2009

花卉健康管理研討會專刊

謝廷芳．戴廷恩．林信山　主編

行政院農業委員會農業試驗所　編印

中華民國九十八年六月十六日

2009花卉健康管理研討會專刊

謝廷芳．戴廷恩．林信山　主編

2009 花卉健康管理研討會專刊
Proceedings of the Symposium on Plant Health Management for Flower Crops

謝廷芳、戴廷恩、林信山 主編

Edited by

Ting-Fang Hsieh, Ting-En Dai and Hsin-Shan Lin

行政院農業委員會農業試驗所 編印

中華民國九十八年六月十六日

Published by

Taiwan Agriculture Research Institute, COA

June 16, 2009

劉所長 大江 序

植物健康管理的概念在近年來引起廣泛的回響，財團法人全方位農業振興基金會多年來曾辦理過多次的相關研討會，推廣此一符合現階段政府推行健康安全農業的理念。欲培育健康的植株，以往的作法是增施化學肥料，以供應植物所需的營養來源；以化學藥劑加強作物病蟲草害及有害生物的防除。然而，栽培健康的植物不全然必須完全仰賴化學肥料與農藥的施用。植物健康管理概念的導入，剛好可以解答此一疑慮。

在眾多作物之中，花卉作物是被認為最無須考慮農藥施用及殘留量的問題。但事實上並非如此，深入探討消費者購買迷人的花卉時，常會以手觸摸，以鼻聞香，此等動作就有機會使農藥進入體內，不知不覺地遭受危害，不可不慎。在花卉健康管理的作法之中，首先應強調設施栽培的重要性，花卉在設施的維護下，可減少許多不必要的天然災害侵襲，可防止有害昆蟲的入侵，並創造一個適合花卉生長的有利條件；其次考量土壤或介質健康的調理，應用太陽能或蒸氣消毒的方式，可降低土壤中的病蟲草害問題，增施有機質可提供作物營養來源，優化土壤理化及生物性，使花卉獲取足夠的營養來源，自然可增強本身的抗病性；最後將病蟲害的管理措施納入整個栽培管理體系之中，即可建構一個低化學肥料與農藥投入的栽培制度，培育健康的花卉產品。

本次由環球技術學院、全方位農業發展基金會及本所花卉研究中心共同合力舉辦的 2009 花卉健康管理研討會，正好開啟一個討論平台，供研究人員展現多年來辛苦的研究結晶，並提出在各類花卉作物中尚需投入能量解決的問題。本專輯收錄研討會的講稿，內容豐富詳實，值得各界參考。

行政院農業委員會農業試驗所

所長 劉大江 謹誌

中華民國九十八年十二月

柯博士 南靖 致詞

許校長，各位貴賓、朋友大家好，感謝主辦單位環球技術學院及協辦單位農試所的協助，使這次花卉健康管理研討會得以順利舉行，特別是全方位農業振興基金會的執行董事，也是這次負責籌劃的環球技術學院生物技術系林信山教授即將退休，相信大家在座的貴賓朋友對他的貢獻，皆非常肯定。

台灣的農業一直是我們的驕傲及優勢，若能搭配健康管理之標準化流程，想必更能為台灣農業帶來更大價值，健康管理的優勢在於穩定的品質及數量，提供給需求者甚至供應國際市場，此優勢對台灣在國際市場上佔有大多優是跟利益，加上植物健康管理所應用的標準流程皆是在以環境保護前提下所進行，此對未來綠色產業趨勢有相當大的幫助。

怎麼做才能落實環境、生態之永續，這是一個相當重要的問題，加上現在環境及生態大多數已遭受破壞，節能減碳等環保議題已經是人人掛在嘴邊鼓吹的議題，但是真正落實的程度卻是令人汗顏，我們應從農業延伸至環境，真正落實愛地球的動作，因為這是每個公民的社會責任及義務。

西元 1992 年在里約熱內盧的一場公開演說，有位來自加拿大 Susuki 發表一個震撼人心的演說，她只是一個 12 歲的女孩，卻將現在環境生態的寫實描述得淋漓盡致，刻畫人心，這是多麼令人澎湃的演說，她說的每字每句都是我們眼裡看到的世界，水不再清澈，水中生物也接連受影響；農作物含有農藥殘留，人類的身體因為吸收了這些東西，開始不健康，環境在哀嚎，我們人類卻漠視這一切，當這些平凡又寫實的話，從一個孩子的口中說出，對我們這些大人們，多麼當頭棒喝，我們何時要開始真正落實愛護環境的舉動？千萬不要只說而不落實，這是人類最卑哀的缺點。

期望我們都能盡一份自己的力量，支持台灣的農業，更能愛護地球，盼此次研討會能使健康管理更邁前一步，使台灣的農業更精緻，更能國際化。

最後，希望在座的各位貴賓，都能享受這場重要的盛會，敬祝大家身體健康，一切順心。謝謝！

全方位農業振興基金會執行長 **柯南靖** 博士

「2009 花卉健康管理研討會」議程

六月十六日	星期二	
09:30~10:00	報到	主持人
10:00~10:30	開　幕　禮	許舒翔校長
	致歡迎詞	許舒翔校長
	貴賓致詞	
第一節	專　題　報　告	林金和
10:30~11:00	台灣花卉產業之發展與走向	陳文德
11:00~11:30	花卉產業之世界觀	柯南靖、徐惠迪
11:30~12:00	植物健康管理之發展與走向	林信山等
12:00~13:00	午　　餐	
第二節	總　　論	高景輝、林俊義
13:00~13:30	栽培環境調控與植物健康管理	蔡致榮
13:30~14:00	營養調控與植物健康管理	張庚鵬
14:00~14:30	作物之生長調控	陳宗禮
14:30~15:00	茶　　敘	
15:00~15:30	病害防治與植物健康管理	謝廷芳、黃鴻章
15:30~16:00	有害動物防治與植物健康管理	陳淑佩
16:00~16:30	栽培介質與植物健康管理	郭鴻裕
16:30~18:00	參訪農試所花卉研究中心	謝廷芳等
18:00~19:00	晚　　餐	
19:00~21:00	分　組　座　談	陳駿季、林信山等

六月十七日	星期三	
第三節	花卉種苗之健康管理	宋濟民、陳駿季
08:20~08:50	種子苗之健康管理	張有明
08:50~09:20	扦插苗之健康管理	朱建鏞
09:20~09:50	組織培養苗之健康管理	文紀鑾
09:50~10:10	茶　　　　敍	
第四節	盆花之健康管理	黃子彬
10:10~10:40	蘭花之健康管理	陳福旗
10:40~11:10	觀賞鳳梨之健康管理	許哲夫
11:10~11:40	聖誕紅之健康管理	傅仰人
11:40~13:00	午餐、參訪養液栽培之健康管理體系	張有明、張庚鵬
第五節	切花之健康管理	沈再木、林瑞松
13:00~13:30	菊花之健康管理	蔡武吉
13:30~14:00	火鶴花之健康管理	莊耿彰、張耿衡
14:00~14:30	球根花卉之健康管理	柯南靖
14:30~15:00	茶　　敍	
15:00~15:30	文心蘭之健康管理	張朝晏
15:30~16:00	洋桔梗之健康管理	孫文章
第六節	綜　合　討　論	
16:00~17:00	綜合討論	劉大江等

目　　錄

劉所長 大江 序.. i

柯博士 南靖 致詞... ii

「2009 花卉健康管理研討會」議程.. iii

臺灣花卉產業之發展與走向
.... 陳文德......... 1

花卉產業之世界觀
.... 徐惠迪、陳軒翊、柯南靖........11

植物健康管理之演進與前景
.... 林信山、柯南靖、張有明、郭聰欽、陳軒翊....... 19

栽培環境調控與植物健康管理
.... 蔡致榮....... 49

營養調控與植物健康管理
.... 張庚鵬....... 79

作物之生長調控
.... 陳宗禮....... 81

病害防治與植物健康管理
.... 謝廷芳、黃鴻章....... 91

有害動物防治與植物健康管理
.... 陳淑佩、王清玲、翁振宇..... 105

栽培介質與植物健康管理
.... 郭鴻裕......113

種子苗之健康管理
.... 張有明、林信山、林大鈞、宣仲華......115

扦插苗之健康管理
.... 朱建鏞..... 127

組織培養苗之健康管理
.... 文紀鑾..... 129

蘭花之健康管理
.... 陳福旗、溫佩容..... 137

觀賞鳳梨之健康管理
.... 許哲夫..... 145

聖誕紅之健康管理
.... 傅仰人、楊雅淨、鄭隨和..... 151

菊花之健康管理
.... 蔡武吉..... 161

火鶴花的健康管理
.... 張耿衡、謝廷芳、莊耿彰..... 173

球根花卉之健康管理
.... 林信山、柯南靖..... 187

文心蘭之健康管理
.... 張朝晏..... 195

洋桔梗產業發展及栽培健康管理概況
.... 孫文章、王瑞章、江汶錦..... 203

臺灣花卉產業之發展與走向

陳文德[1]

摘　要

台灣位處熱帶，生產之花卉種類眾多，又鄰近世界第三大花卉消費市場-日本，因此，發展外銷產業深具優勢。因此花卉栽培面積自民國 67 年的 1242 公頃成長至民國 97 年的 13,109 公頃。而花卉總產值在 97 年達到 118 億，3076 萬元，其出口值為 1.07 億美元(蝴蝶蘭占 18%)，進口值約 1931 萬 6 千美元，主要以進口種苗(球)及栽培介質(水草)為主。雖然台灣花卉產業在蘭花、切花、盆花及苗圃類產業發展旺盛，但面臨歐美國家優質產銷設施及未來東南亞低生產成本的競爭，花卉產業發展及有（1）生產規模小及品質不穩定（2）具競爭力自有品種有限（3）國內消費市場，每人消費偏低（4）切花市場過於集中日本等瓶頸存在。為促使產業升級行政院農委會除策劃「建設世界級花卉島」施政措施外，積極推動「蘭花生物科技園區」，彰化縣苗木生產專區及外銷花卉生產專區設立，並配合產業調整輔導加強生產品質規格化，推動國際品質認証(ISO9001)與智慧財產權登記制度，更導入蝴蝶蘭、文心蘭海運儲運技術研究成果。期望能為台灣產業深耕本土佈局全球，引領花農共同創造「蘭花產銷值倍增　」及建設世界級花卉島的願景。

關鍵詞：花卉產業、政府政策、輔導措施

前　言

台灣位區處熱帶，生產之花卉種類眾多，冬季具競爭優勢的生產季節，又鄰近世界第三大花卉消費市場－日本，加上花卉育種栽培研究技術精進，花農年輕具創新研發能力，因此，發展外銷產業深具優勢。惟面臨歐美國家優質產銷設施及東南亞低生產成本的競爭，有待突破產銷瓶頸。

花卉產業為我國加入世界貿易組織之後，持續穩定成長的產業，為因應經貿全球化、自由化及數位化之趨勢，行政院業核定「精緻農業健康卓越方案」，蘭花產業為該方案發展六大新興產業之一，同時農委會策劃「設世界級花卉島」施政措施，規劃設置花卉生產專區及建立蘭花全球運籌中心，及引導重要外銷花卉

[1] 行政院農業委員會農糧署

產區及花卉產銷團體，擴大產業經營規模，輔導產業創新，期建構臺灣為全球花卉研發、生產及供應重鎮。

花卉產業現況及其輔導措施

一、生產面積、種類、分布、產量及產值

臺灣地區花卉栽培歷史久遠，文獻記載自 1860 年代即有零星栽培供民間祭祀之用，由於早期非屬民生必需產業，成長緩慢，至民國 67 年臺灣農業統計年報才將花卉納入生產統計，當時種植面積為 1,242 公頃，其後，隨著經濟成長，國民生活水準提高，到了民國 97 年台灣花卉種植面積為 13,109 公頃，30 年成長 9.5 倍。依據臺灣農業統計年報分類，生產種類共分切花、盆花、苗圃（草皮、樹苗、庭園整型樹）、蘭花、球根及種籽等六大類。其中，種植面積以苗圃類 7,808 公頃為最大宗，約佔台灣花卉總種植面積之 60%；其次，為切花類 3,912 公頃、佔 30%，次之，盆花類 781 公頃、佔 6%、蘭花類 592 公頃、佔占 4%。詳如附表一。目前主要切花種類為菊花、劍蘭、百合、玫瑰、火鶴花、文心蘭、夜來香及洋桔梗等。主要盆花為蝴蝶蘭、國蘭、金錢樹、開運竹、馬拉巴栗、福祿桐、常春藤等。

花卉重要產區以彰化縣居首，種植面積4,673公頃，佔台灣地區總種植面積35.6%，主要產品為菊花及觀賞苗木。其次為嘉義縣花卉栽培面積1, 445公頃、佔11.0%，以蝴蝶蘭、國蘭等蘭花類為主，第三位屏東縣生產面積1,281公頃、佔9.8%以熱帶性觀葉植物為主。南投縣為玫瑰、非洲菊等高級切花主要產區，目前生產面積1,169公頃、佔8.9%。台中縣花卉面積有945公頃、佔7.0%，以唐菖蒲、百合及國蘭為代表性花卉，詳如附表二。

在產值方面，依據臺灣農業統計年報資料，民國97年花卉總產值為118億3,076萬7千餘元，其中，切花類為55億9,936萬9千元，佔47% ，其次，蘭花類26億5,028萬5千元，佔22% ；苗圃類26億1,787萬3千元，佔22% ，次之，盆花類9億5,561萬9千元。

二、內外銷情形

近 10（88-97）年來花卉出口量、值呈現穩定成長趨勢，97 年花卉及其種苗出口量為 34,873 公噸、出口值為 1.07 億美元（折算新台幣約 33 億 9 千萬餘元）。主要出口種類為蝴蝶蘭（出口值 5,223 萬 9 千美元、佔總出口值之 48% ）、國蘭（960 萬 9 千美元、9% ）、文心蘭（734 萬 8 千美元、7% ）、馬拉巴栗（672 萬 8 千美元、6% ）、火鶴花、洋桔梗、金錢樹、萬年青等。主要出口國家為日本（3,345 萬 8 千美元、佔總出口值 31%）、美國（2,316 萬 7 千美元、21%）、韓國（1,802

萬 3 千美元、17%)、荷蘭(1,171 萬 7 千美元、11%)、大陸(333 萬 1 千美元、3%)。

花卉年進口量為 10,427 公噸、進口值約 1,931 萬 6 千美元，主要以進口種苗(球)及栽培介質(水草)為供國內切盆花生產用，主要進口國家為荷蘭(占進口總值 37%)、智利(23%)及泰國(21%)。

三、主要花卉產業發展分析

(一)蘭花產業：品種豐富、育種能力強、技術精進及結合智財權品種保護之優勢，為行政院核定通過之「精緻農業健康卓越方案」，將發展之六大新興產業之一，且為外銷旗艦產品，具全球布局行銷之潛力。

(二)切花產業：文心蘭、火鶴花為全年皆可出口，惟市場過於集中日本，菊花、洋桔梗、唐菖蒲、玫瑰、百合、銀柳，外銷期為每年 12 月至翌年 4 月，除洋桔梗外，外銷日本市場部分，面臨東南亞、中國及韓國等國家競爭，外銷量逐漸減少。菊花、唐菖蒲種植面積雖已分別較 10 年前(民國 88 年)減少 51% 及 64% ，惟因國內用花習慣改變，時有短期供銷失衡現象，有待輔導調整轉型。

(三)盆花產業：早期以外銷中國及韓國為主，因國內業者前往中國投資生產，觀賞鳳梨、金錢樹、聖誕紅等已逐漸失去外銷競爭優勢。

(四)苗圃類：種類很多，包括觀賞苗木及草皮，前者大致可分行道樹、陰生植物、棕櫚科、原生植物、庭園木與整形植栽、濱海植物及灌木等七大項，為環境綠美化素材，由於大都屬長期性作物，因土地取得不易，專業生產者逐漸外移至中國生產。

政府輔導措施及成果

一、推動台灣蘭花生物科技園區及彰化縣苗木生產專區各項建設

蘭花生技園區全區規劃面積 175 公頃，97 年已完成開發 59 公頃，28 家業者進駐， 19 家營運生產，96 年營業額 3.79 億元，已呈現產業群聚效應。籌組「蘭花生物技術產業服務團」，辦理 52 家蘭園實地診斷追蹤輔導，協助業者建立合理化生產作業流程，導入節能、環保、自動化觀念及技術。完成彰化縣「國家花卉園區」花卉生產專區示範溫室工程並委外經營，另完成設置 22 處衛星生產示範區、景觀苗木生產專區 53 公頃(82 出租單元，登記進駐 51 單元)，擬增設觀賞苗木生產專區 42 公頃，刻正辦理評估及規劃設計作業中。

二、輔導設置外銷花卉生產專區，加強主要花卉產區設施升級

設置文心蘭、火鶴花、洋桔梗、國蘭及多花菊等 5 項外銷切花生產專區 12 處、面積 151 公頃，改善生產及採後處理設施，輔導與貿易商合作，97 年外銷量 1,665 萬支、金額 2.6 億元，農民外銷實得價格較國內提高 89%以上。

三、輔導產業調整

每年輔導主要花卉產區產銷班 10-20 班辦理生產種類調整及採行設施栽培。

四、辦理花卉新品種示範推廣及建置盆花規格標準

引進菊花、洋桔梗及火鶴花等 30 項新品種栽培示範推廣辦理花卉競賽及建置 60 種盆栽植物品質與規格標準。

五、推動國際品質認證（ISO9001）

輔導外銷洋桔梗、文心蘭辦理 ISO 認證，建立標準作業

六、導入科技研究成果，協助解決產業問題

開發蝴蝶蘭、文心蘭海運貯運技術，降低運銷成本，文心蘭由空運運費 5.5~6.0 元/支，降為海運約 2.0 元 /支。蝴蝶蘭開花株經處理後在常溫（23-27℃）櫥架約 1 個月仍有良好之品質。強化花卉育種研發，並將蝴蝶蘭（41 個)、朱槿（2 個)、夜來香（6 個）新品種等育種成果及產期調節技術移轉產業使用。

七、推動智慧財產權登記制度

協助業者申請國外品種權，歐盟、日本、美國、澳洲已同意與我國相互受理品種權申請。輔導蝴蝶蘭及朵麗蝶蘭申請歐盟植物品種權計 34 件，1 件已獲核准品種權，6 件撤回，27 件申請中。

八、蝴蝶蘭業者輸銷附帶栽培介質之輔導及認證

我國是目前全球唯一可輸出附帶栽培介質蝴蝶蘭至美國之國家，已認證合格 73 家業者、131 棟溫室， 並持續輔導生產者符合美方檢疫規定。

產業遭遇問題

一、生產規模小，設施簡陋，生產效率低

花卉生產者平均每戶栽培面積 0.63 公頃，主力農家 1.15 公頃，文心蘭、蕙蘭、火鶴花大都採簡易網室栽培，設施簡陋，易受氣候因素影響品質，難以建立品牌及國際行銷。蝴蝶蘭栽培平均每戶栽培面積 1,331 坪，溫室面積 1,000 坪以下的蘭園佔多數 (7 1.2%)，規模小、成本高，難以達自動化設備投注之經濟效益。個別接單能力不足，聯合接單出貨機制尚未成熟。

二、具競爭力自有品種有限

除蝴蝶蘭外，主要花卉種苗仍掌握於荷蘭、泰國、日本，且新品種需支付品種權利金，增加生產成本。多花菊、文心蘭、洋桔梗切花品種過於老舊，無法反映市場需求，火鶴花難以價購取得優質新品種。蝴蝴蘭品種育成至量產、出貨所需時間長，倘對市場趨勢及需求未能有效掌握，易造成業者嚴重損失。

三、國內花卉消費仍停留節慶用花為主

國人每年每人平均消費金額為598元，較瑞士、荷蘭、英國、法國及日本等國家在二千餘元以上相比較明顯偏低。且國內花卉消費因以節慶消費為主，每年清明節至母親節前及母親節後到畢業季前時有供過於求、價格低迷現象。

四、採後處理技術與物流配送系統待加強

花卉低溫配送系統尚未全面普及，海空運航班減少、轉運待機時間延長，影響花卉品質。

未來發展策略及採行措施

為解決花卉產業發展面臨瓶頸，行政院農業委員會邀請產官學專家等，策劃「建設世界級花卉島」施政措施，主要策略及措施如下列：

一、建立以市場競爭力的產業發展策略，篩選旗艦產品，確保產業競爭優勢

以具有品種優勢、技術優勢、獨創性、出口實績者及發展潛力的花卉為發展主力產品，進行目標市場研究，調整產業發展方向。

二、建構花卉生產專區，強化專業經營管理制度，以利產業紮根

（一）設置產業聚落型生產專區：配合小地主大佃農政策，輔導旗艦花卉、重點花卉及已形成生產聚落地區設置外銷示範專區。

（二）強化台灣蘭花生物科技園區營運，成立創新研發支援體系，協助業者突破技術瓶頸。

（三）建構彰化國家花卉園區為苗木生產專區，鼓勵外銷導向的苗木生產業者進駐。

（四）活化埔里多功能花卉處理展售中心， 輔導花農於該中心周邊設置生產基地並至進駐中心採後處理作業，提升花卉營運量。

（五）規劃蘭花為全球生產、供應及流通運籌中心。

三、設立育成中心，導入科技研發成果，輔導產業創新

（一）於農試所設置育成中心，獎助產學合作，創新研發主力花卉新品種。

（二）建立優質健康種苗量產體系，提昇種苗病毒檢測效率，簡化檢測流程與成本，建立無病毒優良母本園。

（三）輔導蝴蝶蘭業者採活動盤床、熱泵系統等節能自動化設施，針對主力切花、盆花輔導環控、滴灌、自動噴藥與注肥系統，建立高效率生產體系。

（四）開發外銷花卉自動分級套袋、改善包裝設計、強化採後處理及海運貯運技術的研發與應用。

四、開發國、內外市場，厚植品質、品牌及檢疫基礎，強化花卉行銷及推廣

（一）針對主力外銷品項，蒐集目標市場及新興市場資訊，參加國際性花卉展覽，辦理海外宣傳促銷活動。

（二）興建臺北市花卉批發市場，輔導國內 5 處花卉批發市場改善分級包裝、物流及出口功能。

（三）辦理「2010 臺北國際花卉博覽會」及「台灣國際蘭展」，加強用花文化宣傳。

（四）輔導蝴蝶蘭業者於海外設置生產基地接續生產或以規格化、標準化種苗供應目標市場（溫帶國家），建立專業分工、國際合作的供應鏈。

（五）持續向澳洲及紐西蘭申請蝴蝶蘭附帶栽培介質輸銷暨其生產溫室認證。

結　語

臺灣是花卉主要生產及出口國家，深具全球佈局之潛力，未來政府推動「精緻農業健康卓越方案」－蘭花卉產銷值倍增計畫及「建設世界級花卉島」各項產銷施政計畫，將可再創產業榮景開創新的契機。

附表一、民國 97 年花卉產值、種植面積及比重表

項目別 / 類別	產值（千元）	比重（%）	種植面積（公頃）	比重（%）	單位面積產值（元/公頃）
花卉合計	11,830,767	100%	13,109	100%	902,492
切花類	5,599,369	47%	3,912	30%	1,431,332
蘭花類	2,650,285	22%	579	4%	4,577,349
苗圃類	2,617,873	22%	7,808	60%	335,281
盆花類	955,619	8%	800	6%	1,194,524
球根類	5,854	0%	7	0%	836,286
種籽類	1,767	0%	3	0%	589,000

附表二、民國 97 年臺灣地區花卉生產面積統計表

單位：公頃

縣市別	總生產面積	切花類	蘭花類	球根類	種籽類	苗圃類	盆花類
台北市	131	43	8	-	-	55	26
高雄市	2	-	-	-	-	-	2
台北縣	302	56	1	-	-	204	42
宜蘭縣	237	114	4	-	-	86	33
桃園縣	312	20	5	1	-	163	123
新竹縣	99	1	2	-	-	86	10
苗栗縣	148	32	6	-	-	93	18
台中縣	948	552	87	2	-	277	30
彰化縣	4,673	1,325	13	2	-	3,090	243
南投縣	1,169	620	91	2	-	369	87
雲林縣	281	131	17	-	-	132	1
嘉義縣	1,445	140	128	-	3	1,155	19
台南縣	739	140	137	-	-	425	38
高雄縣	857	154	28	-	-	655	20
屏東縣	1,281	381	45	-	-	765	90
台東縣	63	39	3	-	-	19	2
花蓮縣	145	28	-	-	-	111	6
澎湖縣	-	-	-	-	-	-	-
基隆市	12	-	-	-	-	12	-
新竹市	10	-	2	-	-	6	3
台中市	49	31	2	-	-	15	2
嘉義市	162	92	-	-	-	70	1
台南市	44	13	1	-	-	22	8
總計	13,109	3,912	580	7	3	7,810	804

附表三、2005 年世界主要國家平均每人花卉消費金額

國家別	消費金額（新台幣元）	說明
瑞士	4,973	含切花、盆花
荷蘭	3,587	含切花、盆花
英國	2,323	含切花、盆花
日本	2,201	僅計算切花
法國	2,079	含切花、盆花
美國	856	僅計算切花
台灣	598	花卉及種苗

The Floral Industry Trends in Taiwan

Wen-Deh Chen[1]

Abstract

Taiwan (R.O.C.) has a great advantage in flower export industry is because of its unique spot. A tropical island which has numerous different floral species and is also near by the world 3rd largest flower consumption market- Japan. Thus the flora cultivation area expanded (from1, 242 to13, 109 hectares; 1978-2008) and the gross output value was up to 118 billion 30 million and 760 thousand NTD in 2008. The export value was 1.07 billion USD (18% Phalaenopsis) and the import value was about 19 million 316 thousand USD in the same year. Bulbs and culture median (sphagnum) were the main import products. Even the floral industry expands well at Phalaenopsis cultivation, cut and pot flower business and nursery garden in Taiwan, the industry still face some problems as below, (1) small-scale production and unsteady quality, (2) less patent cultivar with competitive advantage, (3) lower per capital consumption in local flower market and (4) cut flower business is too much focus in Japan. The challenge from the Europe and Southeast Asia competitors with their high quality in production and marking system and lower labor and production cost as also an issue. In order to advance the industry, Council of Agriculture, executive yuan in Taiwan sets up Taiwan orchid plantation, seedlings cultivar section and export flowers production section and is planning to build an international flora island. The goal is to assist the industry enhances the product quality standardization, to comfort with ISO9001and IPR system, and to share the results of shipping and storage technology of Phalaenopsis and Oncidium. Hopping that through the assistance upon could increase output and export value for each grower in Taiwan, and the floral industry could keep blooming in this future international flora island-Formosa.

Key words: flower industry, polioy support, assistance

[1] Agriculture and Food Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan

2009 花卉健康管理研討會 Q&A

回 答 人：**農糧署陳署長文德**

問　　題：虎尾科技大學經政府輔導設置蔬果農藥殘留檢驗站，擬與環球技術學院生物技術系及農試所花卉研究中心策略聯盟，辦理蘭花病毒檢驗工作，建請政府協助。

回答內容：農委會農業試驗所及種苗改良繁殖場業已受理提供蝴蝶蘭及文心蘭病毒檢定工作，另國立嘉義大學亦提供蘭花病毒檢測之服務，未來臺南縣之臺灣蘭花生物科技園區亦規劃設置便捷快速檢疫服務之功能，且蘭花栽培圃主要位於嘉義縣及臺南縣，建請貴校先行參訪臺灣蘭花生物科技園區管理單位與進駐廠商意見，及評估蘭花病毒檢驗中心之定位、扮演角色及發展方向，再行研議。

回 答 人：**農糧署陳署長文德**

問　　題：政府未來建設世界級花卉島施政措施著重於外銷花卉作物之發展，內需著力不足，倘外銷無法順利拓展，將造成國內生產危機與風險，發展內需為落實精緻農業健康卓越方案之必要之方向，建請政府擴大內需，以促進花卉產業發展。

回　　答：臺灣每人每年花卉消費金額僅新台幣 598 元，相較日本、瑞士等先進國家均在 2 千元以上，明顯偏低。以往政府花卉推廣活動著重於大型展示促銷活動，為擴大國人花卉使用量及深入居家與工作環境等生活用花，農委會農糧署本（98）年度業與臺灣區花店協會，分別於宜蘭市、臺北市、中壢市、新竹市、臺中市、彰化縣、南投縣、嘉義縣(市)、高雄市、屏東縣等 11 個縣市辦理國產花卉促銷推廣活動及國產優質花卉買一送一促銷活動，透過鄰里社區社團鼓勵民眾參與，發掘從來沒參與過插花或已經多年沒有插花的民眾，教導插花，提倡用花，帶動買花風氣，增進生活品質，提高花卉附加價值，促進花卉產業升級，創造花農、民眾雙贏的局面，未來國內花卉推廣活動當持續加強辦理。

花卉產業之世界觀

徐惠迪[1]、陳軒翊[2]、柯南靖[3]

摘　要

全球化花卉產業，應以永續經營為前提，以盡全球社會之責任，在整體性之規畫下，除生產時需以標準化之健康管理流程，還需將種苗品質驗證、各種環境保護相關措施產品、終端產品生產平台之建置及其行銷與管理等建置完全，提供一個永續全球花卉產業模範。

關鍵字：花卉產業、健康管理、永續經營

前　言

台灣花卉之總產值由 1985 年的 16 億元至 2004 年已有 120 多億元左右，今栽培面積也由約 3,000 公頃增至 12,500 公頃左右[(1)]，在荷蘭，花卉的產值在 2007 年已超過 100 億歐元[(2)]。

由於台灣地處亞熱帶地區，又有不同緯度之生產地，栽培條件適合，加上各產、官、學、研之通力合作，及蝴蝶蘭被列入我國的四大旗艦產品之一，台灣的花卉產業一直蓬勃發展，然而，國際市場日益競爭，也是眾所皆知的事實，今日，台灣的花卉產業是否應集中火力於少數幾種我國較有競爭力的品項，在全球環境保護之永續經營前提下，配合科技的研發，以整體性的全球佈局思維，由種苗生產至消費端之終產品，如何標準化生產，以穩定的品質及數量永續提供國際市場之需求，服務終端產品之消費者，應是我國花卉產業應當努力的方向。本文僅以最具全球競爭力之蝴蝶蘭為例說明全球花卉產業之佈局。

種苗之育種品管與健康

國內育種技術已是非常先進，應是無庸置疑，可惜有許多種苗品質之驗證系統似乎無法與產學界密切結合，由於無病原之種苗品質才具有國際市場競爭力，因此生產者必須重視種苗的健康，才能確保其永續的國際市場競爭力，這些仍需

1 國立中興大學
2 中華民族易經氣功養生教育學會
3 財團法人全方位農業振興基金會

要生產者、研究人員、政府單位及有關政策決定者的共同努力，Germplasm 之品質認證更是我國在花卉及蔬果產業所不可缺少的重要工作。

精確而實用的病毒診斷方法乃是確保種苗品質最基本的需求，分子與核酸之診斷法包括 PCR 及 RP-PCR 皆是非常靈敏之方法，然而，診斷方法也會因病毒種類而有所不同，這些是診斷機構之專業技能，只要生產者能充分配合做好驗證之工作，即可生產高品質之種苗，然而，最重要的政府驗證單位更要建立這些生產的標準並落實推廣，才能將擁有高品質的花卉產業在國際市場永續經營。

全球化市場之基本配置

簡單方便又具有環保之產品是未來開發全球市場應重視之議題，植物健康管理在農業之應用，已兼具產業效益及環境保護之條件，最近，市場上出現幾種專利產品，皆是非常理想之永續經營所需要的。搭配健康管理的生產應是非常理想之組合。(一)栽培介質之大量生產：良好的栽培介質應是農業生產的基礎，充分利用各種廢棄有機物質，以無需任何廠房設施之簡易隧道型發酵袋，製作有機堆肥，提供作物生長所需之栽培介質，並配合正確的生物製劑使用，以期達到作物生長所需之健康條件。本文中以蝴蝶蘭為例說明，雖不需使用此有機栽培介質，但其餘大多數花卉對有機栽培介質則需求量高，故此項栽培介質技術之突破，不但解決環境汙染問題，更提供一個符合經濟效益之有機栽培介質，對於全球花卉產業之推廣有莫大助益。(二)環保的溫室散熱系統(圖一)，環保的溫室散熱系統依流體力學原理，藉由自然風動及熱對流作用，配合獨特的導流設計，能有效導引建築物內部之氣流，將此系統運用於溫室當中，可以解決對流問題，利用自然資源，不需使用電力等能源，減少環境負擔，並可提供健康管理一個良好的生長環境。可以防雨又防強風，溫室散熱系統之開發，對於節能減碳有很大之效果，這應是未來構建溫網室所必須考慮之主要設備。(三)省水又環保之栽培容器：傳統之栽培盆並不是一個方便實用之容器，因此，為能落實環境保護之機制，研發具有省水及底盤不漏水之專利產品，此種容器對於忙碌的現代人應是非常簡便，無需擔心澆水過多或過少之問題。

蝴蝶蘭之全球市場運作

2005 年元月首批帶水草之台灣蝴蝶蘭得以進入美國，可說贏得許多國人之讚賞，然而在世界貿易組織(WTO)之運作，檢疫應才是主要之關卡，紮實水草之栽培本就不適合蘭花之生理需求(圖二)，在其栽培一段時期後，很容易發生病蟲害，導致栽培者之損失，加上美國農部之溫室規定，似乎更是加重藥劑之使用，

越細網目之塑膠網雖是可以防止昆蟲之進入，但也使通風更不良，其結果只會增加病蟲害之發生，而欲防止其發生，生產者只好經常噴灑藥劑，以避免其造成之損失，這種栽培方式對於全球環保議題而言可說是一種諷刺，我國既以蝴蝶蘭為四大旗艦產品，是一個責任很重之議題，我們應如何落實，深耕佈局全球市場，替蝴蝶蘭增加其附加價值，除此之外，並無其他較良好之改善方法。蝴蝶蘭是氣生根之植物，依據其生理需求，我們應在其根部提供良好之通氣條件，以符合健康管理之居求，由於國內之氣候非常適合其生長，如能以量產之標準化種苗栽培流程，配合蛭石介質之使用，於國內栽培蘭苗至成熟株階段(圖三至圖六)，再運抵全球各消費地點所設立之終端生產平台，生產開花株供應當地之需求(圖七、圖八)，應是最符合環保及經濟效益，藉此我們可以提供全球最好品質之開花株，同時也可以增加我國蘭花之附加價值。台灣蝴蝶蘭由生產至銷售之完整性及標準化，堪稱為國內各種花卉之代表，台灣許多不同之產業更將其運用在其產品之銷售，以彰顯其效益，舉凡設計包裝或是形象宣傳，包括每年舉辦之國際蘭展，在台灣蘭花生技園區所舉辦；中華航空公司更將蝴蝶蘭彩繪至機身，宣揚台灣之旗艦花卉，蝴蝶蘭可說是足以代表台灣之主要花卉，這些對於國際行銷及國內形象皆有非常正面之幫助。

結　論

台灣擁有最具全球市場競爭力之蝴蝶蘭產業，若能以永續發展為前提，在全球之主要市場構建完整的終端生產平台及行銷系統，搭配植物健康管理標準化流程，務實地執行整體性之運作，即可達成蝴蝶蘭為旗艦產業之實，如可依本文所提之植物健康管理流程，將我國最具全球市場潛力之蝴蝶蘭產業落實，也正符合目前全球方興未艾的環保綠色產業[3，4]。

引用文獻

1. 鍾國成。2006。台灣花卉產業發展現況與趨勢。農業生技產業季刊 5：10-19。
2. Bach D. and Rosner H. 2008. Go Green Live Rich: 50 Simple Ways to Save the Earth and Get Rich Trying. Bantam Books. 224pp.
3. Flower Council of Holland. 2007. Dutch horticulture industry. http://www.flowercouncil.org
4. Friedman T. L. 2008. Hot, Flat and Crowded: Why We Need A Green Revolution-and How It Can Renew America. D & M Publishers, Inc. 448 pp.

謝 辭

感謝國科會之候鳥計畫，第一作者目前於國立中興大學擔任客座教授；另感謝大柱國際工程有限公司及幸運草生態農業創新股份有限公司技術提供；本文承財團法人全方位農業振興基金會陳範文小姐謄稿打字，在此一併致謝。

圖一、環保的溫室散熱藉由自然風動及熱對流作用，配合獨特的導流設計，運用於溫室，可以解決對流問題,不需使用電力等能源，減少環境負擔，並可提供健康管理一個良好的生長環境。

Fig. 1. Future greenhouse designed for sustainable production. According to the principles of nature current and heat exchange, this design can be energy-free with efficient heat discharging to outside of greenhouse. Thus, it provides right environment for plant health management.

圖二、上：以密實的水草栽培蝴蝶蘭根系；下：以蛭石混合介質栽培蝴蝶蘭根系。

Fig. 2. Young stage of *Phalaenopsis* grown with conventional sphagnum moss (top row) and vermiculite mix(bottom row) showing difference of root system.

圖三、左：以蛭石為介質之培養基；右：一般常用之培養基。
Fig. 3. Vermiculite as a base for tissue culture(L); conventional tissue culture (R).

圖四、以蛭石為栽培介質之小苗 (後兩排)及中苗(前一排)。
Fig. 4. Small (back rows) and medium stage (front row) of *Phalaenopsis* growing with vermiculite mix at local greenhouse.

圖五、以蛭石為栽培介質之大苗。
Fig. 5. Mature stage of *Phalaenopsis* growing in vermiculite mix at local greenhouse before export.

圖六、以蛭石為栽培介質之大苗，其裸根苗壯健康。
Fig. 6. Growing mix with vermiculite for mature stage showing healthy root system.

圖七、左：以蛭石為栽培介質之裸根出口至美國終端平台，栽培兩個月後，根部之生長情況；右：以水草為栽培介質之裸根出口至美國終端平台，栽培兩個月後，根部之生長情況。

Fig. 7. *Phalaenopsis* roots keep growing without any damage if they were grown with vermiculite mix before export (L); however, roots will die back after plant arrival at US production house and starts to grow new roots two months after their potting if they were grown with sphagnum moss (R) before shipping.

圖八、經過植物健康管理後的蝴蝶蘭，花莖不需金屬條支撐。

Fig. 8. *Phalaenopsis* flower spikes can stand out without any metal rod to hold them.

Perspective for Global Flower Industry

H. T. Hsu[1], Hsuan-Yi Chen[2], NanJing Ko[3]

Abstract

Social responsibility in the ornamental plant market entails sustainable management of its products. From integrative planning of production to marketing management of the end results, the combination of many concepts is required for sustainable, global operation in this industry.

Key words: Flower industry, Health management, Sustainable management

[1] National Chung Hsing University
[2] Chinese Yi-Chin and Chi-Kuon Education Society
[3] International Agricultural Development Foundation

植物健康管理之演進與前景

林信山[1]、柯南靖[2]、張有明[1]、郭聰欽[2]、陳軒翊[1]

摘　要

人類文明的發展，從狩獵進入定點耕作後，逐漸形成了社會體制與經濟活動，所以傳統農業先進的國家，象徵文明起步早、國力富強。中華民族所以能屹立 5000 年，發達與先進的農業居功最大，其特色為「精耕細作、天人相參」，重視土壤保育，遵循自然規律，適時適地耕種卻又知所變通，務求達成目標。如此出色的傳統農業，與易經的演進同步。中華民族的先賢長期以自然為師，洞察天道、地理及人道，「歸納」成易經，其根本性思維為太極思維，核心則是陰陽思維，也即是對矛盾法則的高度概括，而陰陽矛盾是宇宙萬事萬物的普遍規律。易經的內容含蓋天文、曆法、地理、數學、物理、化學、生態、農學、社會學等，在「天道循環」之下，體認時間與空間的意義及其影響，認知人類只是自然界的一分子，必須與其他生物共生才能共榮。如此務實又周延的哲學體系，「演譯」於各學門皆準，應用於中醫，可稱為醫易生態醫學，應用於農作生產，即為「植物健康管理」，它既是理論體系，也是完整的實用技術。在變易為性、簡易為用、交易為通、不易為宗的指導下，植物健康管理遵循時空的變化，根據五運六氣的規律做合宜的人為調控或未雨綢繆，崇尚環保，進而構築健康、永續的生態環境，強調應強化樹勢(等同於人的體質)、治未病等，以熟悉對象生物的特性為前提，誘導植物展現更大的潛能，造福人類。在預知全球人口即將激增、糧食嚴重匱乏、生活品質漸趨劣化的前景下，「植物健康管理」能認知時空的演變，「與時俱進」的建置作物生產之標準作業流程(SOP)，激發作物之潛能，經濟的生產安全且富含機能性營養的產品，進而滿足人類對農業的需求，可預期未來的發展無可限量。

關鍵詞：植物健康管理、易經、時間、空間、陰陽、太極、八卦、天道循環、五運六氣、中醫、生態、環保

前　言

人類五千年的文明進展過程中，無論東方或西方，普受糧食匱乏與疾病所嚴重影響而有盛衰，查閱歷史，民變常以吃不飽為主因，從上世紀開始又發生能源

[1] 環球技術學院
[2] 財團法人全方位農業振興基金會

危機，導致先進國家或有假藉其他理由實為掠奪糧食或能源而發起戰爭的例子。糧食與能源匱乏的紓解之道，基本上都與農業生產有關，食材的良窳進而影響人類的健康與疾病的發生。由此觀之，如何使植(作)物健康、豐產、富於機能性營養，應為本世紀的重要課題。

時至今日，未開發國家或地區仍在為了獲得充足的「糧食」而努力，已開發國家注意到取食「蔬菜」對人體健康的重要性，行有餘力，也追求享受「水果」的美味與保健效果，更高階的族群，以「花卉」來營造環境之美與提昇精神層面之享受。這些農作物生產過程中，必須與雜草爭地、與病蟲相處、都受環境的影響。人類主觀的認定事物之有益或有害，為了確保農作的生產而嚐試各種改進的方法，開發有益的資材等，迭有成就，但一波未平一波又起，始終不能如願的控制有害之草類、昆蟲、微生物等之滋生與造成之煩擾。事實上自然演化具有動態調控環境與食物鏈的機能，這在以「道法自然」的周易哲理中顯現無餘。周易被尊為全世界三大經典之一，其哲理與內涵精深博大，以自然為師，觀物取象，歸納為律，其哲理歷久彌新，所以愈來愈受歐美人士重視，有成為當世顯學之趨勢。周易的核心為陰陽的時空變化，自然界之陰陽，就是指以太陽之光熱為標準，太陽的光熱使天地間萬物得到光明溫暖為陽，天晴有太陽為陽，天陰下雨光線暗，溫度低為陰。陰陽體現天地自然變化規律的相對應性、變化性、往復循環性，表示了事物的運動狀態，它是表示事物運動變化規律的一種簡易而適宜的方法，也是事物運動狀態的象徵性歸類。周易預測學的原理，在於充分利用自然變化規律的特點：自然性、變化性、往復循環性、必然性、可變異性，及六十四卦本身所具有的時空信息性(劉文秀，2007)。周易以奉行「天道循環」而適用於農業，且為最高準則，即在時空的推演下，基於「變易、不易、交易、簡易」的事物特性，崇尚自然界的共生共榮，其指引為永續農業之基礎，更是從有機農業轉型為植物健康管理的不二法門。本文就植物健康管理的發展、現況、及其契合於周易的理念與法門等，概略論述，做為未來走向與定位的參考，並冀望有助於紓解現在已發生的及可預期的各種農業與環境問題。

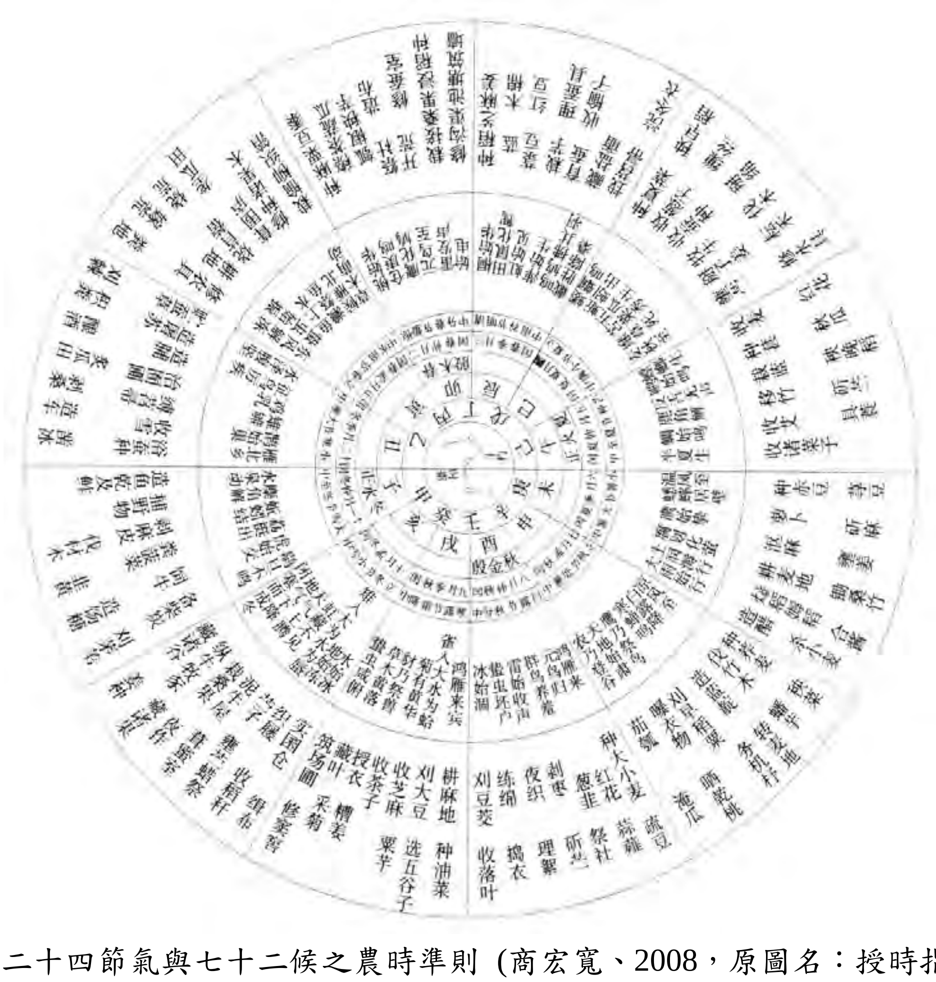
一個國家或民族的興亡，農業扮演關鍵角色，唯有定點群居式的農業，才能形成穩定的社會制度，培育文化與文明，甚至於建構民族之特有哲學。中華民族能屹立五千年，實因根基於周易之哲學體系的指導，所衍生的實用科學、農業、中醫學等，確保中華民族的永續發展，且普受世人推崇，尤其是中醫學對於現代人的保健概念與效益，其貢獻愈趨顯著。同屬生命科學的農業或農學，與中醫學一樣源自周易的哲理。傳統文化重視民以食為天，體會風調雨順的重要性，更瞭解人類必須遵循易道，崇敬自然，根據時空變化，審時度勢，方能永續發展，所以周易的內涵就是植物健康管理的根源。

植物健康管理的發展歷史

一、植物健康管理源自中國古代的農學與農業

植物健康管理之起源可追溯至中國古代的農學與農業 (李根蟠，1995)，其特色為精耕細作，天人相參。由於珍惜天然資源，所以土地的利用方式非常集約，強調廣種不如狹收，導致戰國以來即推行單位面積增產的策略，目標為種無閒地與種無虛日，所以發展輪作倒茬、間作套種、多熟種植等技術，並建立立體農業的雛形，如低窪地挖池，堆土為堤，池中養魚，堤上植桑(或果樹等)，桑飼蠶，蠶屎飼魚，池泥壅桑，循環利用，是為先民的生態農場。

農業生產離不開天時地利，先民有勇氣盜天地之時利，對環境條件的適應與改造投注無數心血，以生物動態的變化為依據，於戰國時形成二十四節氣與七十二候，做為適應農時的根據 (圖一)。為了改造氣候，乃藉地形生產非時之物，如西漢時在菜圃上覆以屋蕪，晝夜燃蘊火，冬天種植葱韭菜茹，為世上最早的溫室，達到侔造化、通仙靈的營建人工小氣候環境。



圖一、二十四節氣與七十二候之農時準則 (商宏寬、2008，原圖名：授時指掌活法圖，轉引自王禎、農書卷 11)

Fig. 1. Agricultural guidelines following 24 solar periods and 72 climates of the year

對於改變大環境之氣候條件，用的是巧借秋墒濟春旱。如黃河流域春旱多風，農民播種後即覆土。有了獸力及鐵犁後，用以粉碎表土，造成上虛下實，切斷土壤毛細現象，減少土壤中水分蒸發，增加保水及保肥力。反相操作於秋季，即藉秋耕蓄秋雨以濟春旱，並實用於中耕，這種優秀的耕作體系是西方農業所無的。

確保地利才能追求農作產量，先民惜糞如惜金、用糞如用藥，對於天然資源的循環利用，可謂發揮得淋漓盡致。當時對於微生物的概念尚未清楚，所以並無排泄物必須先經發酵殺菌後以確保衛生安全的認知，但務實的作法值得欽佩。

先民認知合理排灌水與土壤環境改良對於農作生育的影響，於先秦時建立溝洫制，即開挖排水溝洫，形成長畦，結合條播、合理密植、間拔除草等作業，建立行列整齊、通風透光良好的微氣候，並利用灌排水洗鹽。

為了農作的高產與改造低產田，先是開發代田法，例如種薑，播種於畦溝底，出苗後逐漸取高土覆苗至平，此法可防風及利於灌排水等，有了獸力可資應用後，配合前述精耕方法，農作顯著的增產。

著力提高農業生物的生產力才能養活眾多子民，所以必須突破環境的局限，也就是參天地之化育。具體例子如篩選優良品種，去劣培優結碩果；應用無性繁殖的人力回天技術以確保優良生物特性不致變異；「抑此促彼為我所用」的技術如嫁棗法，乃以斧背敲打棗子樹幹，靭皮部受傷後減少光合產物輸送到根系，可確保棗子之產量與品質；「巧因物情化害為利」的理念與做法更值得激賞，例如原為害蟲的蠶，最終被轉型利用於生產蠶絲。善用生物間相互依存及相互制約的關係，如養貓防鼠等，為利用天敵進行生物防治的先河。

以上所述，幾乎就是古時候的植物健康管理體系，它是以三才理論為核心的農學思想。三才為天、地、人，或天道、地道、人道，地球上的生物皆不能免除天與地的影響。中國傳統農業科學技術主要建立在直觀經驗基礎上，在實踐經驗過程中，孕育為若干富於哲理性的指導原則，或稱農學思想，三才理論是它的核心和總綱。

呂氏春秋審時篇：夫稼，為之者人也，生之者地也，養之者天也。天與地是自然界的氣候、土壤、地形等，人則是農業生產的主體。農業的本質是農業生物、自然環境和人構成的相互依存、相互制約的生態系統和經濟體系。所以人不是自然的主宰者，是自然過程的參與者。人和自然不是對抗的關係，是協調的關係，因而產生保護自然資源的思想，人可以干預農業生物在自然環境中生長的客觀規律性，但不能凌駕於自然之上，違反客觀規律。故此中國傳統農業強調因時、因地、因物制宜的三宜原則。

三才理論是精耕細作技術的重要指導思想，即在遵守客觀規律的基礎上充分發揮人的主觀能動性，利用自然條件的有利方面，克服其不利方面，以爭取高產。這種有機統一的自然觀最典型的結晶就是農業的三才思想，以農立國是中國五千年來屹立的根基，也是與其他地區的古文明之最大區別。

二、台灣發展植物健康管理簡史

台灣發展植物健康管理的過程，自然根源於上述傳統農業的架構之下。民國六十年代，行政院農業發展委員會推動「園藝作物產期調節」計畫而使植物健康管理檯面化，因為果樹產期調節的先決條件為培養健康的「樹勢」，這等同於人的「體質」，唯有在植物生理的正確指引下，整合土壤管理、根系管理、營養管理、病蟲草害管理等，培養健康的樹勢後，所進行的產期調節才能確保產品的質與量。「植物健康管理」名詞首次出現於美國植物病理學會（APS）自 1991 年開始陸續出版柑橘、花生、小麥、馬鈴薯等四本健康管理之專書，台灣則於 1990 年由筆者等於農委會苗栗區農業改良場提出，並同步辦理唐菖蒲及百合健康管理成果觀摩。2003 年起，在農委會農糧署、防檢局及教育部的經費補助下，於環球技術學院、農業試驗所、農業藥物毒物試驗所等學術或研究單位辦理多場次的植物健康管理相關研討會，出版專刊，再經各界逐年推展的結果，目前對百合、唐菖蒲、蝴蝶蘭、彩色海芋、水稻、茶、小番茄、美濃瓜、花胡瓜、草莓、梨、葡萄等作物之健康管理，已累積了不少的經驗，包括對其中一些作物已建立標準作業流程等。如今「健康農業」成為農委會三大施政主軸之一，建構「作物健康管理模式」是其重要的策略，吾人樂觀其成。推而廣之，歐美習以為常的大農場經營體系，生產基地距離消費地可能非常遠，運輸農產品消耗的能源及造成的環境污染問題漸被垢病，有識之士乃有回歸社區農業的呼聲，傳統農業精耕細作及植物健康管理的科學技術體系是社區農業的核心，未來發展值得期待。

植物健康管理之重要內涵與價值

有關植物健康管理之論述，散見於歷年來之相關研討會專集中，擇要如下：

一、植物健康管理的內涵 (柯南靖等，2004)

植物健康管理的內涵為營造最適合植物生長的生物性、化學性與物理性環境；佐以自然生態、植物生理為基礎之栽培技術，兼顧土壤與營養管理、病蟲草害綜合管理、環境調控等；以最少量或不用農藥、最適量的肥料條件下，控制病、蟲、草害之發生在可接受的程度內；幫助植物生長健康，展現應有的產量與品質，降低生產成本；確保健康的環境，使人類及其他生物免於直接或間接受害等，最終以確保政府、生產者、消費者共贏為目標。

二、植物健康管理的基礎 (柯南靖等，2004a)

整合各種農業技術成為知識；以知識營造環保的植生環境；延伸知識及產品至人體健康；以預防醫學及保健概念生產安全又高品質的產品等。

三、植物健康管理之中心思想 (林信山等，2004a)

基於生物共生及預防醫學的理念，以知識來增進植物的健康，進而激發潛能，兼改善環保，生產安全、富含機能性營養、有風味的食品，最終建構生產者、經營者及消費者之生活共同體，立足寶島，放眼全球，謀求人類之福祉。

四、植物健康管理產品規格 (林信山等，2004a)

植物健康管理以生產安全、富含機能性營養、有風味的優質生機農產品為目標，生產過程並應建立生產履歷及經制式監測。經健康管理之作物，其產品若符合有機標準，即歸類為有機產品，符合健康管理的 SOP，即為健康管理產品，這二類產品均需驗證。

五、植物健康管理體系之生產規範 (林信山等，2004a)

（一）生產環境

植物健康管理所生產之產品可以是有機產品或健康管理產品，若是有機產品，生產基地需符合有機農產品之規定，健康管理產品也不得含有達到為害人體健康程度之重金屬或其他污染，當然先決條件為灌溉用水不得含有達到為害人體健康程度之污染源，如此才能保護生產者的健康及消費者的權益。

（二）鼓勵集團栽培

農地面積太小，容易受到週遭環境的影響，鼓勵擴大面積集團栽培不但可以紓解外來污染的困擾，也有利於共同集貨及運銷。若不能擴大面積集團栽培，建立有效的隔離亦是可行途徑之一。

（三）建立標準作業流程及作物生產履歷

農友常受外在影響，管理方法多變、繁雜，施用的資材可能效果重複或抵消，導致很難分析結果。植物健康管理的目標之一為建立並執行與時並進的標準作業流程及作物生產履歷，才能使作業簡易化及全程追蹤。作物的生長受環境的影響，技術與資材的開發與引進是與時並進的，所以標準作業流程也應適時修正。唯有建立標準作業流程才能使工作簡易化，也才易於推動作物生產履歷，促進產程監控需透明化，進而建立消費者對生產者的信心。

六、植物健康管理之基本技術 (林信山等，2004a)

（一）土壤管理

土壤管理的目標是營建富生機的健康、生態栽培環境，以具有良好生物性、物理性及化學性的土壤來栽培的作物，讓生長於此的作物也能健康、較耐病蟲為害。有效且合理的灌排水是第一要務，善用草生栽培的好處值得肯定。

（二）肥料與營養管理

植物健康管理、環境與利潤三者必需兼顧才能永續經營，化學肥料容易定量、肥效穩定、容易施用，所以可適量使用。有機質資材或肥料有很好的功效，但施用後要經礦化轉形為無機離子才能被植物有效的吸收，過程受天候影響，不易精準掌控。應避免肥料過量導致土壤中 EC 值偏高所造成對作物生長不利的現象，因為不易移除土壤中過量的肥料，但輕微缺肥可藉葉面施肥快速補充。

（三）農用藥劑

做好田間衛生及清潔管理以降低第一次傳染源或蟲源是管理病蟲害的首要工作，配合微氣象的調控及合宜的營養管理使植物有健康的樹勢，就能減輕病蟲之為害，但必要時可施用合法的殺蟲劑或殺菌劑，應適時(預防重於治療)及合理使用，以確保產品的安全。除草劑對土壤生態之毒害很大，不可施用。

（四）善用天敵

天生一物剋一物，自然界常保動態平衡。揣摩自然規律，營造共生及相互制衡的環境，讓害蟲的天敵發揮功能，或進而釋放人工繁殖的天敵來抑制害蟲，都是很好的策略。

（五）技術的流通與升級

三人行必有我師，經由技術的流通後，進行有效率的整合與分享應用，才能日新又新，技術水準與時俱進。

（六）關心氣候變化

順天者昌，逆天者亡，遵行五運六氣的規律，預為綢繆，可以達到提昇「樹勢」及減少病蟲為害的目的。

七、教育訓練 (林信山等，2004a)

植物健康管理者觀念必須跟上時代的演變，技術才永遠有成長的空間。最重要的是要建立共識，遵守規範，培養凝聚力，打團體戰，培養核心技術人員，實行的農友也必需敞開心胸，接納新知，才易成長，提高競爭力。

八、植物健康管理產品之行銷通路 (林信山等，2004a)

行銷通路多元化，關鍵為產品必需認證，建立信用，才能被消費者接受，並整合認證之健康管理產品為共同單一品牌，擴大供應品項與產量，才能符合現今連鎖通路的需求，利於內銷或外銷。

九、植物健康管理的價值 (林信山等，2004a)

（一）生產高貴不貴之優質產品以提高投資報酬

科學的特色在於用簡易及有效率的方法得到好結果，並避免浪費，植物健康管理追求的目標也是如此，成功的例子如高接梨(林等，2004b)及茶樹(陳等，2004)的健康管理。

（二）以健康的植生營造優質環境

地球只有一個，我們的子子孫孫都要生活在地球上，不破壞環境是我們的基本責任，不斷改善環境品質更是積極性的目標。瞭解生物必須共生共榮才能營造好環境，投入之生產資材必須適時適量，避免過猶不及，造成環境的負擔，甚至戕害環境。不可施用殺草劑，應利用輪作、種植綠肥等使土壤維持活力，維持生態平衡。

（三）增進人類身體健康以減少醫療資源的浪費

人體的健康來自心、身、靈的平衡與祥和，環境與飲食在此扮演重要角色。落實植物健康管理以營造一個無或少污染的生活環境就是最好的風水，生活在如此優質的環境中，享用零風險又保有原風味的富機能性功能食物，既能獲得充分的營養，更是精神上的享受，如此即可減少生病的機會，減少醫療資源的浪費。

（四）創造生產者與消費者共贏

生產者執行植物健康管理，工作趨於簡易，且投資報酬增加，生產安全、富含機能性營養及有風味的生機產品高貴不貴，容易被消費者接受，所以對消費者及生產者均有利。

植物健康管理在永續農業體系中的角色

廣義之永續農業的涵義，包括維護自然生態環境；維持土壤之生產力及其易耕性以充分供養作物之營養；水資源之淨化、涵養及水土保持；輪作方式栽培、間作、或施用作物殘渣、發酵之家畜糞尿、綠肥、有機性廢棄物及含有無機養分之岩石；用非化學農藥方法防治各種雜草及作物病蟲害等(林俊義，2001)。

很顯然的，永續農業關心的是作物生產及吾人生活的環境，希望能維護並保有自然的生態環境，這也是植物健康管理的主要目標之一。栽培作物不施化學農藥，在冬季下雪的地區，因為病蟲受制於低溫，降低第一次傳染源或蟲源，及大陸型的夏乾氣候而易於執行。台灣高溫多濕，病蟲終年不斷，某些特定病蟲不施化學農藥防治的結果必定受害嚴重，農民血本無歸。克服這個問題最簡單的方法就是不選種易遭致病蟲為害的作物，但其品質常不符消費者的需求，這有背市場經濟原則。若應用周易「審時度勢」及「變易」的概念，適量、適時、技巧的施用化學農藥是可行的。例如美濃瓜炭疽病病原菌於開花期入侵，潛伏至成熟期外表仍無病徵，僅於切開果實時才能發現，消費者買到這種病瓜，一定抱怨連連。植物健康管理奉行周易精神，「窮則變、變則通、通則久」，於美濃瓜花期噴藥 1~2 次防治炭疽病，果實成熟時已驗不出農藥，所以對人體健康無害(林等，2008)。

就化學農藥之利弊而論，最近對於天然殺蟲劑或黴菌生產的毒素有不少的討論。松永和紀 (2009) 的書中報導日本 JAS (Japan Agricultural Standard，日本農業檢驗標準) 對有機農業產品所訂的標準，根本找不到安全、放心、健康的描述。大部分植物都具有自我保護的能力，在對抗外敵時，會製造一些自體防禦物質，即類似農藥之天然物質，如高麗菜就驗出 49 種此類天然農藥，某些有致癌性，但利害相權，高麗菜仍值得食用。反之，若合理的施用化學農藥來抑制某些病蟲的為害，也許高麗菜就不會無緣無故的合成這些天然農藥。另一個例子是比較蘋果在不施、生長初期噴施及傳統式的全期噴施化學農藥的三種處理條件下，果實採收後果肉中所含引起部分人過敏的蛋白質含量，不施化學農藥者含量最高，生長初期噴施化學農藥者居中，傳統式噴施化學農藥者含量最低。植物病原真菌可生合成有毒物質(mycotoxin)者，目前已確認者至少有 Aspergillus, Penicillum, Fusarium, Alternaria, Claviceps 等 (Davide，2006)，普遍存在於自然界，其中 Aspergillus carbonarius 及 Aspergillus niger 能在葡萄釀酒過程中產出 Ochratoxin A (OTA)，這是毒性物，可能致癌。人類對於自然界未知者遠多於已知者，昨是今非，今是明非，很難論斷，植物健康管理追隨周易的理念與精神，應是穩當的。

植物健康管理與有機農業都是以永續農業為目標，二者的異同，略如表一：

表一、植物健康管理與有機農業之異同

Table 1. The similarity and dissimilarity between Plant Health Management and organic agriculture

分析項目 Analytical item	植物健康管理 Plant health management	有機農業 Organic agriculture
追求目標	環保、認同生物的共生共榮、增進人類的福祉。	環保、認同生物的共生共榮、增進人類的福祉。
理念基礎	符合周易的天地人哲學	根基於綠色環保

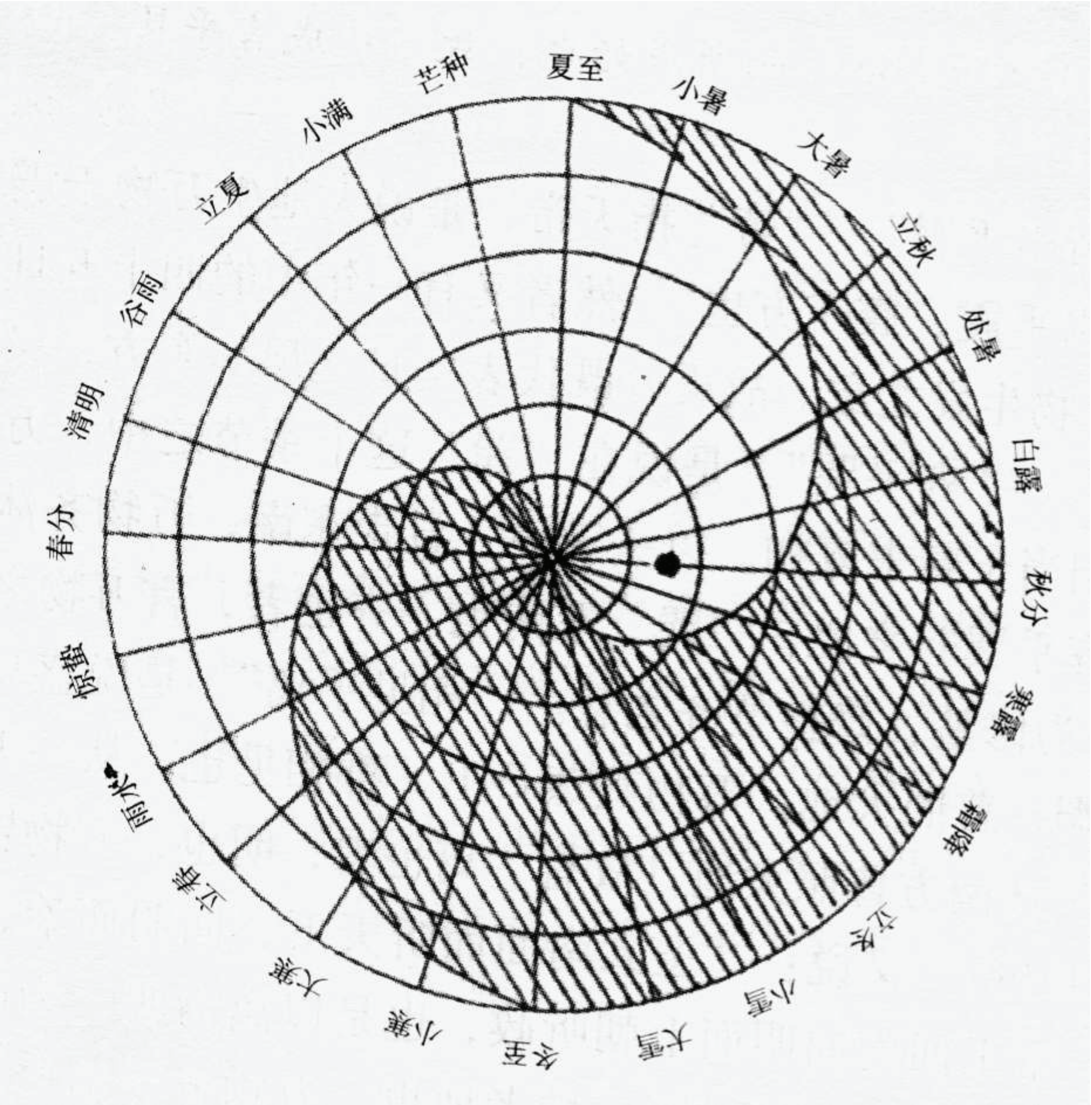
分析項目 Analytical item	植物健康管理 Plant health management	有機農業 Organic agriculture
技術層次	整合性的，常須融會貫通後轉化為創意來解決問題	受限於僵化的教條致可用之資材與策略較少
務實的重視經營利潤	經營者較容易獲利	經營者不易獲利
務實的通權達變	山不轉路轉、路不轉我轉，常有創意產生。	較為僵化
病蟲草害之忍受性	很高，如葉片厚就耐病。	無特別的表現
激發作物之潛能	重要目標之一	不太可能
化學農藥之使用	必要時通融，但要求比吉園圃的標準嚴苛，產品不可驗出農藥。	不可以
化學肥料之使用	可以，但避免發生過猶不及，絕不可造成污染。	不可以
除草劑之使用	不可以	不可以
確保產量	可用方法很多，較易確保。	有時很難
功能性營養之含量	藉力使力，化劣勢為優勢，品質好，功能性營養就豐富。	受限條件多，不容易藉調控來提昇品質。
克服地域性瓶頸	彈性大，可因地制宜。	可用籌碼少，較難調整。
掌控整體生產體系之難易	如中醫之論症辨治，彈性大，所以容易掌控。	如有機肥施於土壤後就很難避免天氣影響礦化速率，所以不容易掌控。
終極差異	在意最後結果	在意執行過程

周易之大意

一、概述

周易是中華民族的瑰寶，由「理、象、數」構成，理是哲學的，講宇宙天人之間的原理，象講宇宙萬物的現象，數包含最高的數理學，外加通與變。宇宙間之萬事萬物隨著時空轉換不斷的「變易」，學通了周易的道理就「簡易」，宇宙萬事萬物彼此都有互相關聯，交叉變化，就是「交易」，萬變不離其宗，不動的本

體論就是「不易」(南懷瑾，2008)。中華民族本性務實，先賢觀天法地，遠取諸物，近取諸身，其中最重要的象為天象，從「象」中歸納出崇高的哲學，稱之為「道」，體會並悟得生命來自無生命的無極，以「O」表示，過程為氤氳(一團氣態)化醇(有機物)。天象中有明有暗、有出有入、有晴有雨等，顯示對立之矛盾，但矛盾的消長、輪替卻是地球生命所必要的，這是陰陽概念的本源，所以「一陰一陽謂之道」。陰以「--」符號表示，類如女陰，陽以「—」符號表示，類如男根。陰陽更迭，日夜交替，四季分明。太陽日影的消長，隨著季節的變動而有長短(陰陽)，根據日影(日晷)長度的週年變化即可製成太極圖(圖二)(商宏寬，2008)。太極圖顯示陰陽消長及時空的「動態」變化，陰陽對立、統一，互約互根，且陰中有陽、陽中有陰，無論一日或一年，都是遵循太極的圓道運行。



圖二、太極圖依據日影的年中變化而繪製

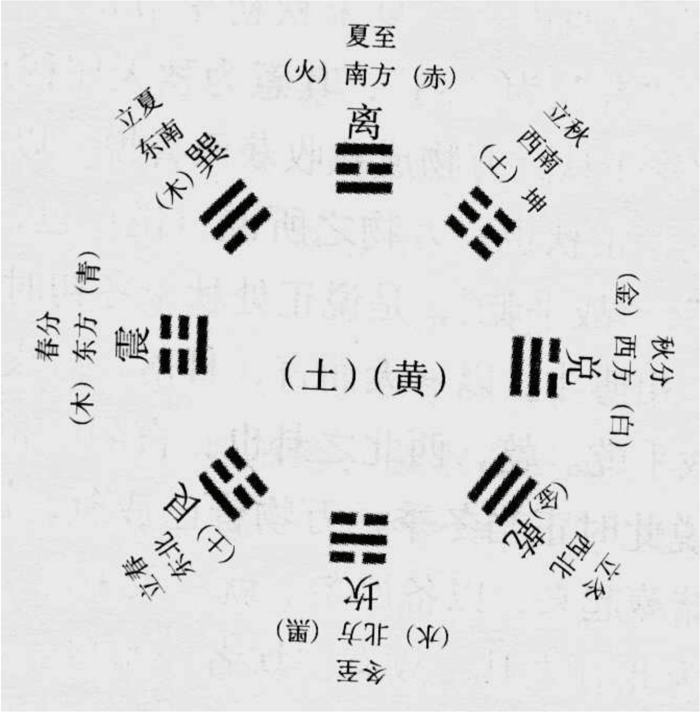
Fig. 2. Diagram of Tai-chi based on the fluctuation of sun shadow in the year

周易的基本單位為陰爻「--」及陽爻「—」，是最早的二進位系統，其三次方(2^3)共得☰、☱、☲、☳、☴、☵、☶、☷等八組合，是為八卦。以空間佈局而論，上、中、下爻顯示的是天、人、地的對應關係，以時間變化而論，顯示的是由下而上的一始、二壯、三究的生命變化歷程，且都具有周而復始的特徵。八卦兩兩相重，成為六十四卦，是周易的結構基礎，共三百八十四爻，卦辭及爻辭的文字相當精簡，通常都是描述現狀、預測未來，並告知行動準則，以謀趨吉避兇(劉君祖，2007)。

二、卦爻與天體的關係

農業自古即關係民生，她受氣候影響最大，也受月球引力的影響。雖然太陽的運行構成四季的變化而有準確的二十四節氣、七十二候，質量也比月球大得多，但月球因距離地球較近，其對地球的引力比太陽大約七倍，除了潮汐變化外，對任何含有高量水分子的生物之影響也不可小覷，這就是中華民族兼用太陽曆與太陰曆的智慧。八卦分為先天卦 (伏羲卦，為體) (圖三)及後天卦 (文王卦，為用)(圖四)。先天卦初爻線組成之內圈，以乾坤為啟始，由坤卦陰極一陽生開始，至乾卦陽極為陰消陽長，連續四個陽爻，自乾卦陽極一陰長開始，迄坤卦為陰長陽消，連續四個陰爻，象徵太陽週年視運動及地球週日視運動的日影變化；中爻線組成的中圈，以坎離為始終，各連續四個陰爻與陽爻，標誌一週年及一週日內，地球公轉一週及自轉一週的陰陽消長變化； 由上爻線及中爻線組成的外圈，構成兩儀，共同紀月球的週月視運動，即從坤卦始為朔(初一，上爻及中爻都是陰爻)，到離卦為上弦(上爻為陽爻，中爻為陰爻)，至乾卦為望(十五，上爻及中爻都是陽爻)，迄坎卦為下弦(上爻為陰爻，中爻為陽爻)；這些都表明卦之爻紀日月運行的變化(楊力，2006)。

圖三、先天八卦
Fig. 3. The early Ba Gua

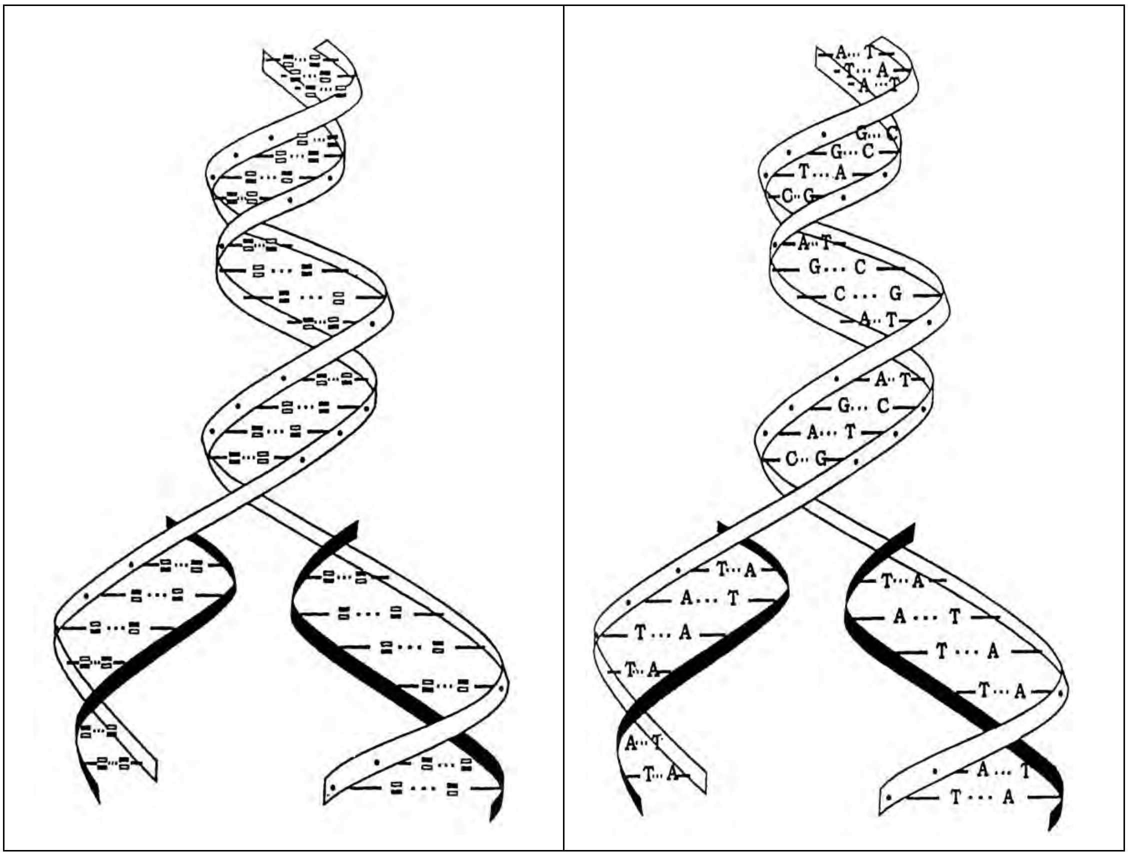


圖四、後天八卦
Fig. 4. The later Ba Gua

三、日新又新的內經意含

周易之哲理歷久彌新，放諸各領域皆中。德國大哲學家黑格爾的自傳提及他的正、反、合辨證三律是導迪於中國周易的陰陽消長道理。太極圖與八卦寓含相對論成分。歐洲計算機先軀萊布尼茲從周易六十四卦中發現陰爻與陽爻的二進位關係，應用於電子計算機的開發。劉子華發表論文「八卦宇宙論與現代天文」，用八卦原理推算出第十顆行星的質量、航速及軌距。李政道及楊振寧從太極、八卦得到啟示，提出原子能態二組的奇性與偶性雖然是不滅的，但不是一成不變的，而是存在著盛衰消長的變化，因而獲得諾貝爾獎(楊力，2006)。

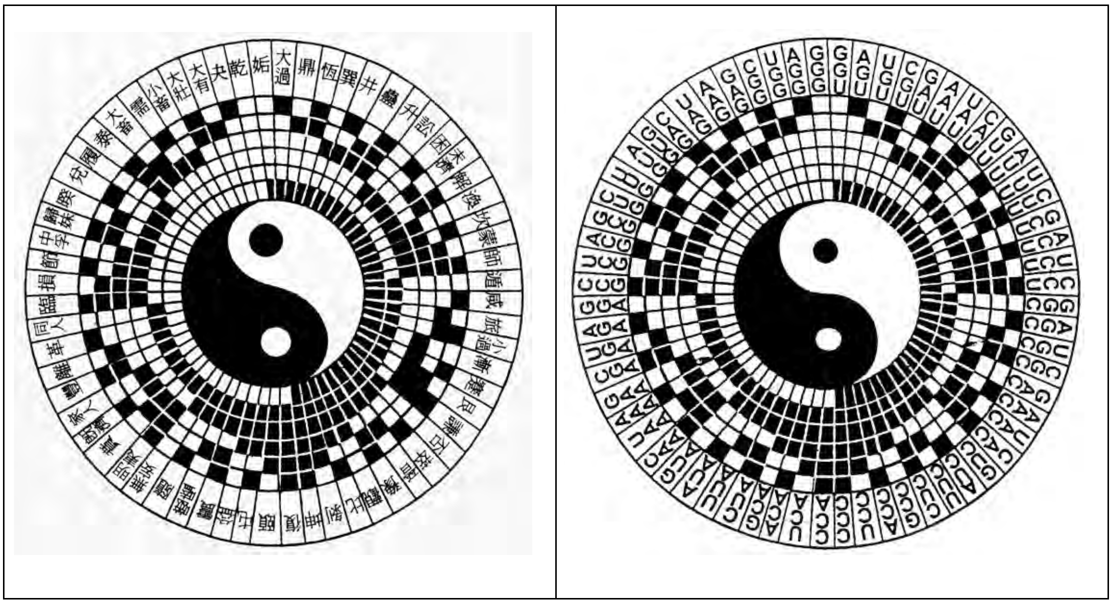
周易對於生命科學也有很多啟示，德國學者戈德伯格從太極八卦圖得到啟示，提出遺傳基因的物質基礎：cAMP (環狀腺嘌呤單核苷酸)及 cGMP (環狀鳥嘌呤單核苷酸)與陰陽假說(楊力，2006)。生物的遺傳訊息都貯藏在 DNA 分子中，DNA 是由腺嘌呤(adenine，A)、鳥糞嘌呤(guanine，G)、胸腺嘧啶(thymine、T)、胞嘧啶(cytosine，C)四種鹼基形成的脫氧核苷酸排列組合而成的巨大分子，並以 A-T、G-C 配對的原則形成雙鏈而為雙螺旋結構。秦新華(1984)說明在八卦圖四象層次，用少陰-少陽配對代替 A-T 配對，用太陽-太陰配對代替 G-C 配對，DNA 雙鏈之象就可由四象之體呈現出來(圖五)。



圖五、DNA 結構與八卦四象之對應
Fig. 5. The correspondence between DNA structure and 4 symbolisms

mRNA 以尿嘧啶(uracil，U) 取代胸腺嘧啶(T)，形成 A-U 及 G-C 配對，組合成人體蛋白質的 20 種氨基酸，如何由 A、U、G、C 四種鹼基編碼到 mRNA 上？答案是用三體密碼。四種鹼基以三密碼的方式共有六十四種組合排列，即生物共有六十四個遺傳密碼，這些密碼恰巧又契合六十四卦方圓圖。

苗與姜(2002)的研究有二個重要發現，其一是先天八卦次序、後天八卦次序、先天八卦方位、後天八卦方位等四圖和六十四卦準確地對應了生物體中的 DNA 雙螺旋結構及 DNA 的自我複製和 64 個遺傳密碼(圖六)。其二為先天六十四卦次序、先天六十四卦方位和太極圖等三圖表示一個二進制數學體系。這二個發現有機的聯繫在一起，構成一個生命現象的二進制數學模型，並以此作為宇宙的模型，揭示宇宙的基本結構和基本規律，這就是萬物的演化繁衍律。由此認知周易是中國古代賢哲依據生命現象創造的一個用嚴密數學邏輯語言，用以表達宇宙本體結構和根本規律的最合適、最簡單化的科學體系。

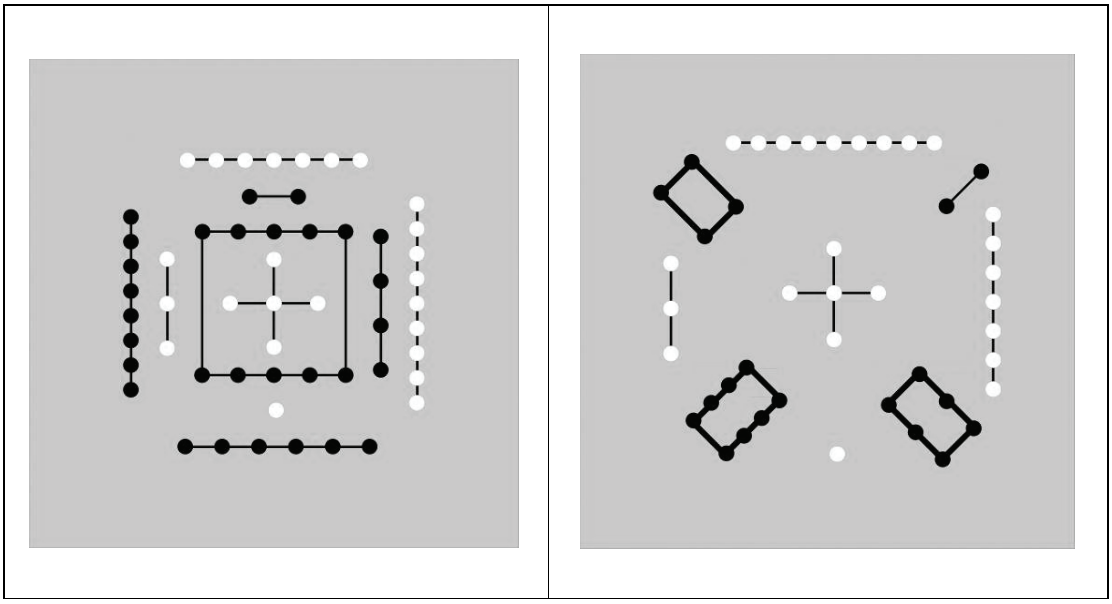


圖六、DNA 結構與八卦之對應
Fig. 6. The correspondence between DNA structure and Ba Gua (The Eight Trigrams)

田合祿等 (2007) 深入說明陰陽兩類就宇宙而論即天道與地道，就遺傳物質而言為 DNA 的雙鏈，一條為左旋的天道鏈，一條為右旋的地道鏈，其間媾合成的 A-T、C-G 則為人道，合則為天、地、人三才之道。天道與地道左右旋所形成的太極圖陰陽角運動，就是 DNA 的雙螺旋發展結構。

植物健康管理契合周易的精髓

易的核心內容是講生物的，其中有天、地、人三才之道，其說理的工具是太極圖、河圖、洛書(圖七)、八卦。就是說易是用象數來闡發天地陰陽變化之理的。先天八卦圖為天地自然模擬圖，天在上，地在下，日從東升，月從西升。後天八卦圖為天地陰陽相交圖，天陽下降於地，地陰上升於天，天地交泰而生萬物(田與田，2007)。植物健康管理的對象是生物，涉及天文地理，類如中醫學，師法中醫，從周易中擷取精髓，應用於實務，當可收事半功倍之效，且可不斷的創新，無限的發展。筆者等在「植物健康管理契合周易內涵暨其應用於農業生產」(林等，2008)及「果樹之健康管理」(林等，2009)文中有部份陳述，於此酌加補充。



圖七、河圖 (左) 與洛書 (右) (田與田，2007)
Fig. 7. He Tu (left) and Luo Shu (right)

一、周易特重時間因素及掌握與時俱進的原則

天體在動，地球也在動，氣候就跟著動，運動是宇宙能維持的原因，所以宇宙中的一切無時無刻不在變化中，人類所知道的又極為有限，目前認為正確的，下一刻可能因為新發現或新的研究成果而被否定或做新解。例如大家都體會保護地球的重要性，所以一致推動永續農業，有機農業是其中重要的一環。然而過分執著，不能審時度勢，隨機應變，有可能過猶不及，如對於嚴拒施用化學農藥，普遍被認同可以減少對人體健康的危害，但最近的研究報導卻發現並不盡然。長久以來，公認感染灰黴病菌的葡萄，可供為釀造具有特殊風味的高級葡萄酒的原料，如今已瞭解伴隨而來的是對人體有害的 mycotoxin。

二、空間因素是生物演化的催生者

堪輿學是講求天人合一、人與天地相參、人與天地相應等而發展出來的，目標為把大自然對人體的影響調節到最佳的程度，即尋找最佳的空間與最佳的時間，討論的是環境、生態、氣場、生理場、磁場、光線、聲音等的時空變化，教人如何趨吉避兇，亦是中醫學中診病、分析症候、論症辯治、針灸療疾的主要依據 (陶功定與張維駿，2007)。植物之健康與生育當然也受到上述堪輿條件的影響，如日長影響大多數草本植物開花習性、風力影響植株之纖維化及抗病、日夜溫差影響水果之可溶性碳水化合物含量、澇旱影響植物的生長、磁場明顯影響梨

苗之生育(林等，2009)、土壤酸鹼值影響植物之營養管理等，進行植物健康管理時，絕對不能忽略這些因素，試想，冬夏二季日照強度與陽光來向有很大差異，如果可能，栽培的同一作物之畦向是否應隨季節變遷而有所調整？周易中的「形態發生場」提示生物演化受地域的影響(田合祿等，2007)，就如溫帶地區居民為了適應日照不足而有白皮膚，為了適應冷空氣而有高挺的長鼻子；熱帶地區居民為了適應強日照而有黑皮膚，為了適應熱空氣而有扁平的短鼻子；亞熱帶的氣候介於溫帶與熱帶之間，居民的膚色及鼻子形態也是居中。既然空間主導生物的形態發生，那麼人為調整空間條件，即有增加生物活動空間及健康程度的可行性，也就是以堪輿學的概念，配合運氣學說來改變微氣候及管理病蟲害是植物健康管理的要著，如合理的控制水稻之分蘗數可減輕紋枯病之為害程度 (賴等，2004)，合理的修剪可改善茶樹基部的通風而減少枝枯病之為害等 (陳等，2004)。

三、周易「三才」理論對生態平衡的關係

廣義三才指宇宙-生物-社會三模式，狹義指天地-社會-人三者，提示宇宙萬物之間不是孤立的，是互相聯繫、互相制約的。太極圖陰陽合抱的螺旋式旋轉運動(圖二)，提供了宇宙大自然平衡的立體結構模式。生態平衡結構基於陽極必陰、陰極必陽及陰陽合抱的原理，植物依此栽培，陰性植物和陽性植物配合，能有效的達到陰陽相合的作用，並應同聲相應、同氣相求，以符合陰陽趨向及自然平衡原則。植物健康管理採納生物防治，即是應用生態平衡的原則，例如害蟲之發生密度每年均有幾個高峰，天敵出現之高峰必定在害蟲高峰之後，是一種螺旋式的動態平衡，掌握這個原則，於害蟲高峰期出現前大量釋放人工培養的天敵，就能制敵於機先，減低受害程度。

河圖洛書蘊含著生態平衡的五行生剋奧義，生物的平衡，除了陰陽寒涼的原則之外，金木的剛柔相剋及水火的寒熱相悖，其間以土濕(即 5)相銜接而有了緩衝調合的作用(圖七)。果樹嫁接之成活決定於砧、穗之間的親和性，若親和性不佳，可以應用與穗、砧都有親和性的品種做為中間砧而嫁接成功，就是利用緩衝調合的作用。又如溫室內主作物易發生之害蟲，在進門區栽種對這些害蟲有忌避作用的他種經濟作物做為緩衝帶，是交感的逆向操作，也是植物健康管理的技巧之一。

四、周易與生態平衡

周易的卦爻辭、河圖、洛書或圖符，都是平衡的，真諦是陰陽平衡。無論植物、動物或人類，也都符合陰陽平衡的原理，其間存在著自然的陰陽消長和陰陽制約的關係，是自然的陰陽平衡，不宜破壞。自從開發化學合成農藥並大量使用後，田間的害蟲在生存與演化的壓力下，逐漸出現抗藥性，但其天敵的調適顯然沒那麼快，所以害蟲的管理愈來愈難。田間的雜草也出現相同情形，例如牛筋草

不易防除，若以植物健康管理強調共生共榮的作法，因觀察到在酸性土壤似乎牛筋草一草獨秀，是否調高土壤的酸鹼值，使適合其他闊葉草的生長，造成空間與資源的競爭，就能有效的減少牛筋草的族群？也就是以生態平衡的理念與作法，根本解決牛筋草的問題。另一成功的逆向思考例子由卓蘭農友劉阿全先生研創，他觀察到白花鬼針草非常強勢，生長旺盛、快速，株高可達 60cm 以上，足以覆蓋並壓制牛筋草及其他非藤類雜草，進而佔據空間。因鬼針草在土壤中氮肥含量豐富時偏向營養生長，不易開花，反之，若土壤含氮量偏低，就偏向生殖生長，極易開花、結籽，所以可作為土壤含氮量的指標作物。白花鬼針草莖多汁、軟嫩，很容易用割草機刈除，只要在開花後割刈，不讓種子成熟，就能輕鬆管理果園雜草，或只要用農機壓倒植株就能維持約一個月的淨園，這就是變通，也即是另類思考或創意。劉先生也觀查到以白花鬼針草當做果園草生栽培的主體時，發生了一些生態上的變化，包括扁蝸牛數量減少，大蝸牛數量增加，蛇類減少等，值得進一步追蹤觀察。

五、周易重視共生共榮

共生指幾種動植物在互惠的原則下共同生活，是一種積極的自然選擇，如根瘤菌與豆類植物共生，菌根菌與植物共生，動物(吸收氧氣釋放二氧化碳)與植物(光合作用吸收二氧化碳釋放氧氣)共生，授粉昆蟲與蜜源植物共生，腸道內之有益微生物與人類共生等。由此可見大自然已演化成功許多不同模式的共生，並統合為生態平衡，這是周易再三強調的，所以篩選適當的共生案例應用於植物健康管理是必要的。

六、周易天地人三才觀揭示萬有引力的影響

天地人三才觀的重點為天地人統一觀及天地相感應。天地人統一觀視人身及植物是小天地，天地間的任何變動，皆會影響人體，如月圓影響婦女的生理，也影響植物嬗變元素的速率。植物擁有很可觀的潛力，能把磷變成硫，鈣變成磷，鎂變成鈣，碳酸變成鎂，氮變成鉀，月亮的盈虧提供不同的能量，影響這些物質的質變(薛絢，1998)。天地相感應最明顯的是太陽活動峰年時，地球自轉速率變慢，反之，太陽活動不強烈時自轉就加快。許多研究顯示植物的生育受電磁的影響，作者證明磁場確可左右梨苗生長(林等，2009)，適當的磁場方向及磁力強度促使梨苗葉片深綠、厚實，節間縮短，新梢之萌發停滯，這是果樹果實採收前一個月的理想生育狀況，傳統栽培者可能以噴施植物生長調節劑、斷水、調整肥料等來達成之生育狀況，植物健康管理者也許有一天可應用磁場來抑制或促進植物生長。閃電促使空中的氮被土壤固定而影響鳳梨的生長與病害的發生，利用強力能量塔來促進作物的生長也被實驗及報導(曾紫玉與陳瀅，2004)，可見天地人三才觀對生物的影響，植物健康管理者在實務上應善加利用。

七、周易的生態觀與土壤管理

土壤是植物安身立命的地方，健康土壤對於逆境影響的回復速度快、富於生物多樣性、及土壤內部營養的高水準循環(Diepeningen et al.,2006)。土壤之品質及健康關係農業的永續經營，但檢測費時，目前正發展生物性指標顯示之(Doran and Zeiss, 2000)。土壤之物理性、化學性及生物性影響作物對病蟲之抗(耐)性，作物有機栽培可能因土壤含氮量較少而減輕病蟲為害，使用化學肥料栽培者若要素間不能平衡，病蟲就多(Altieri and Nicholls, 2003)。與傳統管理之土壤比較，有機土壤對於乾／濕重複處理之反應較不激烈、生物歧異性較高、氮素之淋洗量較少等(Diepeningen et al., 2006)，所以有機土壤對於執行植物健康管理是有利的。周易的生態觀為儒家「民胞物與」之根源，眾生平等，不刻意的打破生態平衡，自然的力量就能顯現無窮的再生與恢復的能力，例如不噴殺草劑，草類就能源源不斷的供應土壤有機質，穩定土壤的品質。

八、周易的中和觀與土壤病害管理

土壤病害很難防治，影響作物產量至巨，土壤的排水、結構、有機質含量、肥力、健康情況等，影響土壤病害之發生與嚴重性(Abawi and Widmer, 2000)，周易的中和觀是平衡觀的核心，強調陰陽和諧，包括量的均和、對等，質的協合、統一等，實務上過猶不及的現象在施肥及用藥時經常發生，這是土壤劣變的重要原因，執行植物健康管理時很在意這些，所以強調只要達到管理目的的最小用量即可。周易的生剋哲理在土壤病害防治的應用上，也有可觀之處，如鹼性與酸性土壤對土壤微生物各有生剋關係，生物間的生剋也常被用於輪作以減少土壤病蟲的為害。

九、周易整體觀

周易的整體觀重視生物自身的統一及與外界環境的統一性，所以古時候的中醫訓練包括山、醫、命、卜、相等的精通與整合，並講究五行生剋等，才能達到改善體質及治未病的上醫層級。周易的損益理論說明損益盈虛與時俱行，在損有餘、補不足的原則下，時時進行必要的調整，方能符合平衡觀的要求，做到均衡、中和及對稱。自然界的平衡以運氣學說為代表，通過勝、復、鬱、發的規律達到氣候的穩態平衡。人體內部的平衡包括臟腑的相關及經絡的調節，並經由氣機升降出入的形式完成體內外的協調與平衡，維持優異的體質。

植物健康管理也強調整體觀，必需整合人文及各種先進技術以建構完整體系，栽培上供給健康苗是第一道門檻，所以育苗技術很重要，各種作物之條件不一，必需隨機變易，例如辣椒之栽培，在網室內用盆子育苗並管理 45 天，定植後生長勢較旺，採收期提早，結果優於其他作物整合管理(ICM)之作業方式，如覆蓋等(Vos and Nurtika, 1995)。小苗定植後，強調樹勢(相當於體質)，務期植物

具有很好的健康狀態，即很好的樹勢，才能增強對逆境、病蟲等的抗／耐性，達到確保產量與品質的目標。植物的生長也需要平衡，例如蒸散速率大於根系吸水效率則植株因缺水而枯萎；各營養要素間如五行般存在著生剋關係，植株之地上部與地下部、營養生長與生殖生長都同樣有平衡的問題，都需要調控損益。以美濃瓜的健康管理為例，藉每 3～4 日一次的葉面施肥機動(先辨症)調整配方(再論治)控制植株的生育，培養出耐病的厚實葉片，終能生產又香又甜的美濃瓜。再將高品質產品賣到好價錢，甚至成為農企業，才符合人文(養家活口)需求，才是最完美的整體。

作物營養管理之整體觀非常重要，因為各元素間存在著協同或抑制的機制，運用得宜，可幫助作物有效的吸收，例如適當的施用氮肥可促進水稻吸收鐵、銅、錳、鋅等微量元素及其在稻株內的轉送(Hao et al., 2007)，但過量的鉀肥可能導致作物缺鈣。

十、周易運氣理論之應用

周易盈虛消息指一年或一晝夜陰陽存在著盛衰的變化，遵循的是圓道觀，即一切都充滿著圓的循環，太極圖即是縮影，是整體觀的基礎，陰陽五行學說有圓道的內涵，時間醫學是具體反映。氣溫及相對濕度的年中及日中變化也是以圓的循環來影響大環境的生物性、化學性與物理性，植物的生長當然也就受影響，具體的論述為運氣學說。

五運六氣簡稱運氣學說，它是在天人相應的指導下，應用陰陽五行理論，根據年的干支，對該年的氣象、物候與疾病進行預測。運氣學說的核心理論是氣化理論，運氣氣化著重於揭示宇宙氣化與人體氣化的宏觀整體關係，這個關係即是「天道-氣化-物候(包括病候)」的關係。氣化便是連接天道(宇宙運動)與物候(包括生物體)關係的樞紐，內含之四大理論為運氣氣化理論、運氣病機理論、運氣辨證理論、運氣論治理論等。運氣學說的立論基礎是「天道-氣化-物候」規律，天道指宇宙天體的運轉，氣化即由此而產生的陰陽氣化，物候是生物、非生物的應答性反映，包括生物的生理反饋及病理變化(楊力，2002)。

（一）五運六氣概說

毛小妹與白貴敦(2007)闡述五運六氣是宇宙間存在的一種綜合能量，以五運為週期和以六運為週期的兩套變化系統，起源於地軸傾斜與地球公轉造成的太陽直射點在南北回歸線上下移動的規律，使天地之氣交合不已，天氣下降，氣流於地，地氣上升，氣騰於天，往復循環，形成了每年的氣候變化，具有約六十年的週期性，是為天道，地球上的生物，都受到此超大能量的節律性影響，這就是運氣學，也是周易預測吉兇禍福的根據。它的靈魂是天人感應，是天道~氣候~物候~疾病的連鎖反應，這個連

鎖反應是通過升降出入的氣化運動來完成的。所有變化就發生在多層次的陰陽、五行與併行的時空這三個因素中，與氣象、動植物生態的變化節律一一對應。五運與季節之對應，木運對春、火運對夏、土運對長夏、金運對秋、水運對冬。六氣之本質為風、寒、濕、燥、火、熱，在年中出現之常規為(厥陰)風氣、(少陰)熱氣、(少陽)暑(火)氣、(太陰)濕氣、(陽明)燥氣、(太陽)寒氣。六氣各以不同特點作用於大地，即燥以乾之，暑以蒸之，風以動之，濕以潤之，寒以堅之，火以溫之，燥勝則地熱，風勝則地凍，濕勝則地泥，寒勝則地裂，火勝則地固，這說明大地萬物在氣候的影響下發生變化(楊力，2002)。

（二）運氣學說預測物候實例

運氣學說顯現常規的氣候，可用以推論及預測某一年份之氣候及對物候之影響，為預防病蟲的最佳利器。以 2001~2006 年之實際天候、物候與運氣學說之推論比較，略述如下(毛小妹與白貴敦，2007)：2001(辛巳)年水運不及，暖冬，桃李異常開花，冬蟲不眠，缺水；2002(壬午)年木運太過，春天早到，大自然風偏盛，花粉熱嚴重，植物生長太茂盛，果實不飽滿；2003(癸未)年，火運不及，來自太陽的熱能不足，氣候嚴重偏寒，霜早降，蟲早蟄，植物生長不良，冬季酷寒；2004(甲申)年，土運太過，春早到，濕熱多風，植物花期早、枝葉茂盛，地下水位升高，蝗蟲成災；2005(乙酉)年，金運不及，春寒、春晚，植物含苞欲放而不能放，種子破土欲出而不能出，有葉不綠，有林不成蔭；2006(丙戌)年，水運太過，寒氣統天，陰、寒、濕，北澇南旱，北寒南熱，雪雹異常，天災多，植物生長受制，枯死者多。比對這幾年的實際氣候記錄，與此推論非常的吻合，確實讓人不得不折服於先賢的智慧結晶。

證之 SARS 的發生過程，【素問遺篇、本病論】指出：假令庚辰(2000年)陽年太過(大陸嚴重旱災波及二十多省)，....雖交得庚辰年也，陽明猶尚治天，....火勝熱化，水復寒刑，此乙庚(剛柔)失守，其後三年(2003 年)化成金疫(金相對於人體為肺，SARS 感染肺部)也，可謂精準無比(陶功定與張維駿，2007)。

（三）運氣學說與農諺

運氣學說經過長期的驗證後，形成的農諺，預測的準確性相當高，例如台灣 2009 年的氣候，農諺如此說：小滿江河滿，意為小滿正好是梅雨季，但不下雨，所以今年乾旱；2009 年雙(立)春，若不是雨量特別多，就是特別少，也是傳染病蔓延的年度。證之 2004 年是雙春，水災頻傳，通宵有 2000 多隻雞死亡，台南有 325 隻珍禽感染禽流感而被撲殺，彰化高

雄等地有十萬多隻雞感染禽流感而被殺，這就是雙春夾一冬，十個牛欄九個空；一年雙春旱一冬，意為旱災；兩春夾一冬，麻布好遮用，意為前期暖冬；立春落雨透清明，因 2009 年立春未下雨，所以今春雨量少；三月北風燥蒸蒸(客語)，2009 年農曆三月至少颳了 5 次北風，預示旱象。另外，農曆年初一若是辰日，就說是龍日，如果年初十是辰日，就稱為十龍。2009 年年初十是庚辰日，便稱為十龍治水。一年中最多有 12 龍，因少龍潦、多龍旱，少龍多雨水、多龍懶治水，今年多龍，所以也顯示可能乾旱。

2009 年 7 月 1 日，聯合報報導，依據氣象局統計，梅雨季之平均雨量為 506.6mm，近 5 年之平均高達 582.1mm，到 6 月 28 日止，全台 13 個平地氣象站的平均累計雨量只有 279.6 mm，不到近 5 年平均值的一半，是自 1951 年以來，少雨記錄的第 5 名。

（四）運氣學說之現代化應用

陶功定與張維駿 (2007) 認為不治已病治未病的主動預防觀具有雙重意義，即預測是根本與防範是手段，跳脫了有病治病的對抗性思維局限，將疾病預防於未萌之先，這就有賴於對五運六氣的瞭解與應用。

五運六氣可用以預測氣候，根據氣候條件可預測作物之生長及病蟲之發生，調整微氣候影響病蟲之生長，這些都可應用於病蟲害管理。黃等(2008)說明 Botrytis cinerea 之分生胞子產能受小於 343nm 的紫外光促進，發芽之有利條件為相對濕度 90%以上，適溫 15℃。台灣冬末春初、春雨或梅雨季節的氣候條件，正是灰黴病的好發時段，若推測將遇上涼夏又多雨，病害必定更猖獗，這時就應徹底做好防治的措施，如善用病原菌之生態條件，在覆蓋吸收紫外光的塑膠布溫室內，保溫並降低相對濕度，可有效防治灰黴病之發生。農業試驗所黃肇家博士改變輸美蝴蝶蘭包微紙箱之通氣孔設計(2008，新式紙箱專利證號碼為新型M329621 號) ，即顯著的提昇蝴蝶蘭的保鮮效果。

（五）運氣理論在農業上的價值(楊力，2002)

如前所述，五運六氣影響地球上的所有生物，若應用於農業，具有多項價值：

1. 司歲備物：揭示生物利用運氣規律的理論，注重利用時空方面的有利因素於農業生產。

2. 運氣曆對農業最有利：與二十四節氣結合，突出六氣六化(生長化收藏)對萬物的作用，例如蓮霧進行產期調節之催花作業，於白露後執行，成功率高，提早到白露前操作，失敗的風險大增。又如農民曆中所載，

推荐台灣各地在不同節氣時適宜種植的作物品項，是農友很好的參考資料。

3. 運氣對農業避災保產有積極作用：運氣具有預測異常氣化的能力，也就能預測大環境的氣候變化，如異常氣候及其引發的災害、病蟲發生等，可做為未雨綢繆的依據。

（六）植物健康管理架構下的整體性病蟲管理

除了天時 (運氣理論的實踐) 地利等條件外，對於病、蟲、草害的預防，必備條件為對栽培之作物、為害之病蟲草等生物之特性有深入的瞭解，並做整合性的管理。蔡氏(2009)論及作物病害分為空氣傳播性、土壤傳播性、種子傳播性及昆蟲媒介等四群，依其生物特性，搭配下列之防治方法：健康種子、種苗、繁殖體，選用抗病品種或品系，抗病根砧之嫁接，誘導性抗病，交互保護法，拮抗植物或其萃取物，非農藥抑病物質，防病及避病，輪作，土壤消毒，生物防治等 11 種，經個案論症後，規劃多種病害的綜合預防性施藥，「減少最初接種源」，應用於柑桔、甜柿、梨、文旦等作物，都能獲得很好的防病效果。

除了上述 11 種方法外，利用作物本身之生理特性，也能達到防治病蟲害的目的，例如應用「砧負穗勝」的現象，在梨樹主幹頂端或主枝末端高接生長勢很強又抗熱、耐冷的豆梨，就能加速輪紋病枝的復原、傷口癒合、及減少因介殼蟲為害的剪除枝條數等(林等，2005a)。已建立產期調節的作物如巨峰葡萄，可根據病源菌的生態，如胞子發芽的適宜溫濕度、菌絲生長適溫、好發於葡萄的何種器官及其生理狀態等，調節栽培曆而避病(林等，2005b)。

十一、周易與診斷

中醫講究論症辨治，古時沒有現代化的檢測儀器，為了辨症，歷代醫者借助於周易之內涵，逐步發展脈診、舌診、眼診等各種樣式的診斷技術，精密到能預測疾病，所以能治未病。對於植物的健康程度，在實驗室內利用瑩光、生物冷光及溫度差等，能事先探知植物葉部是否已感染病害，以轉殖bacterio-opsin 的菸草為例 (Chaerle and Straeten, 2001)，病斑葉部之溫度高於健康葉部0.6~0.8℃，熱感圖顯現病斑出現前之病勢進展。熱感效應後32小時及40小時之熱感圖，顯示罹病與健康葉部有明顯的差異。精密的儀器有助於疹斷，但現場直接診斷更重要，Bob Cannard曾提出植物健康的指標，包括抗撕力、定根力、根系、色澤、質地、對稱性、完整性、幹與莖、比較等，他也介紹與植物溝通的方法(嚴世芬，1999)。對於植物健康管理者，仿照中醫根據周易來發展診斷技術的經驗，建立對植物的敏銳反應並仔細比較各種表徵後解讀之，然後做適當的處置是非常必要的。

陳等 (2008)歸納目前田間農作物上常見有害生物，如薊馬類害蟲、蚜蟲類害蟲、介殼蟲類害蟲、鱗翅目害蟲、鞘翅目害蟲、蟎類、軟體動物等，除了直接見蟲診斷外，間接診斷藉由害蟲於寄主植物上的遺留物(如害蟲之蛻皮、蛹殼等)及分泌物(如蜜露、蠟粉等)或依寄主植物的受害特徵(如不同口器的取食痕跡)等，甚至於經由排泄物，都可用來推斷可能的害蟲類群，做為防患於先的根據。

十二、唯變所適與不可為典要之靈活應用

周易討論的是「變易、交易、簡易、不易」等四項法則，揭示宇宙間的一切永遠處於運動狀態，隨著時空的轉變，沒有事物可以永遠不變，但是變中有序、有道理，能融會貫通者就生智慧，處理事情就易如反掌。這意謂著今日認為是正確的真理，下一刻隨著時空變化，可能就有待商榷了。書上記載的是許多人研究至今的成果，值得肯定，但不可拘泥，所以盡信書不如無書，以書中內容為基礎，匯入其他訊息，進行多層面的思考，就是「交易」，交易的結果，發現新的事實並據以成型就是「變易」，變易後解決了存在的問題就是「簡易」，在交易、變易、簡易過程中逐步體會「不易」的真理，類此的發展過程適用於植物健康管理的體系。

例如台灣梨產業的發展，歷經試種橫山梨、平地橫山梨發展為產業、發展高冷地溫帶梨衝擊平地橫山梨產業、發展平地橫山梨之秋花夏果及高接梨技術、育成適合暖地的梨品種、開發利用保護傘在平地生產溫帶梨的技術等過程，確實驗證「窮則變、變則通、通則久」的易理，且符合「變易、交易、簡易、不易」的變化過程。觀察到秋天颱風吹折梨枝導至異常開花及育苗嫁接時接穗可開花的現象為「交易」，藉此研發秋花夏果及高接梨的栽培技術為「變異」，如今大部分梨農都能「簡易」的執行此項技術，但產業問題仍未解決，如高接作業成本高昂，梨農獲利不穩定等。下一階段之改進，「交易」的資訊包括發現梨樹夏季之葉溫，歐美者低於人之體溫，台灣者高於人之體溫；栽培於梨山的溫帶梨移植到平地後逐年衰弱至死；現有梨砧如刺梨、仙楂、鳥梨等適應平地之氣候而生長良好；豆梨之生長良好且枝條呈水平伸展等。整合這些資訊後研創溫帶梨在台灣平地的保護傘栽培模式，證明不但可藉以經濟生產，且有抑制秋冬時梨樹進入休眠而達到一年二收的潛力，如此的「變易」，即可能在平地不須高接作業而「簡易」的經濟生產溫帶梨，並體會原來梨樹若不是生長在冬季低溫的溫帶地區就沒有休眠的必要、台灣平地夏季高濕及高溫導至梨樹葉溫偏高後引起光合速率與呼吸速率失衡的「不易」原理(Lin et al.,2000)。由上可見梨樹經此健康管理後，樹勢健壯，加上可調控生育期，也就具有防病蟲、避病蟲的功能。這也證明了所有生物都具有不可思議的潛力，符合周易「生生不息」的生命觀，顯示不可為典要、不可囿於成見，唯變所適及靈活應用的價值。

又如傳統的農藝作物與園藝作物之栽培技術流通的不多，但確有互通互利之

處。台灣氣候多變，栽培落葉果樹本有冬天低溫不足及夏天太熱的「理論」問題，但充足的陽光及冬天無致死的低溫卻提供發展產期調節與一年多收的契機。既可產期調節，就能避開病蟲發生的高峰期。因非適地適種，特別是日夜溫差小所引起的著色不良，導致發展出調控代謝產物流向的技術。豇豆 X 型栽培架是空間利用的最佳設計，葡萄能一年三收就是利用 X 型竹架配合水平棚架才有足夠的空間。所以勿拘泥於原先之模式，技術是可以流通應用的，才有大幅進步的空間。

十三、周易與激發潛能

如何激發生物的潛能，是一個值得開發的課題，對於人類而言，已知尚有許多潛力待開發，因人腦一生最多只用 20%，佔全身血管總長之 90%的微循環床，平時只開放 20%，一半的基因沉睡著。腦越用越持久，身體越不易衰老。植物也是一樣，巨峰葡萄在原產地日本每年一收，產量每公頃約 10,000~15,000 kg，植株有約 3 個月是在休眠。台灣栽培的巨蜂葡萄，只要管理得當，樹體健康，同一株樹若執行每年二收的栽培模式，每收公頃產量可達 15,000~20,000 kg，而且植株生育良好，絕不會衰弱，若利用嫩枝剪的技術執行每年三收的栽培模式，產能更高，更能用於逃避風險及病蟲之為害等(Hsieh et al., 1990)，這不但顯示了巨峰葡萄具有不可預期的潛能，也證明不可為典要、不可盡信書，唯變所適及靈活應用的價值。

植物健康管理之發展前景

聯合報 2009 年 6 月 21 日轉載聯合國糧食暨農業組織(U.N. FAO)的資料，預估 2009 年全球飢餓 (每日攝取之熱量少於 1800 卡) 人口 10 億 2 千萬人，比 2008 年激增 1 億人，其中已開發國家預估有 1 千 5 百萬人飢餓，增幅(15.4%)為世界各地之冠。2009 年 7 月 13 日報導，二、三月氣候反常，台南縣南化鄉之檬果樹二月大量開花，但吹南風，高溫又不下雨，花都烤焦了，三月突下暴雨，檬果授粉不佳，無核果落滿地。龍眼花出蜜適溫為 28℃，嘉義縣中埔鄉三月氣溫低又下雨，花朵不出蜜，今年龍眼花蜜產量只有往年的四分之一。其他因氣候異常引起的失調現象包括玉荷包荔枝結實不良、柚子提早結果、台灣蓬萊吹粉金龜在彰化縣伸港鄉及舒納姬金龜在台中縣大雅鄉提早報到等，是否為生命輪迴的新序列正在啟動？這些屬於環境品質與農業生產的負面消息，給吾人一個非常大的警訊，若不能妥善因應，大自然反撲造成浩劫之到來將無可避免。

紓解大自然反撲的方子還是要回到大自然去找，全世界對於大自然的解讀，最精闢、最切題者莫若周易。植物健康管理以周易的內涵為準則，在變易、交易、簡易、不易的哲理與實務中，遵循天道-人道-地道法則，體會眾生平等、共生、共榮，對於栽種之植物，賦予愛心、耐心，並雙向溝通，採行唯變所適、與時俱

行的最大彈性，也就是植物健康管理強調整合各種技術為知識，兼容並蓄各家之長，物盡其用，正向思考、另類思考與反向思考併行，用以激發創意，解決問題，如此必能兼顧環保、確保作物產出之質與量、符合社會普遍價值觀等，讓人確信植物健康管理尚有非常大的發展潛力，落實執行後必能對地球之永續及人類之幸福有所貢獻。

結　語

太極思維的辨證思維，其核心是陰陽思維，即對矛盾法則的高度概括。陰陽矛盾是宇宙萬事萬物的普遍規律，由此衍生易之四義，即變易為性：表示動態的宇宙萬事萬物與時俱行，因應空間變動而自然演化，結果為創意、育成新品種等；交易為通：系統開放交流外界之物質、能量、信息，系統等，方能通達事理，與時演化，持續發展；簡易為用：變易與交易獲致對事物的理解與處理之道，也就是智慧，一切就變得簡單易行；不易為宗：自然秩序的永恆性使得萬變不離其宗。以周易為本的植物健康管理，不變的宗旨為維護綠色的環保地球、增進人類福祉；有效率的方法是在時空的變動下，遵循五運六氣的圓道循環，與時俱進、尊重自然法則、合理權變；必備的心態是尊重所有生命及對植物的愛心，再加上耐心以與植物對話；巧門為深入瞭解目標作物的生物特性，善用另類思考或逆向思考來啟發創意，激發植物的潛能；經濟目標為經由生產安全、有活力、富含機能性營養的產品來確保經營者之利潤；社會責任為達成生產者、消費者及政府的三贏。綜上所述，相信植物健康管理是往後發展農業最重要的方向與知識，吾人願拭目以待，並寄望於應用植物健康管理的知識來紓解農業困境，進而維護地球之永續環保，增進全人類的福祉。

引用文獻

毛小妹、白貴敦。2007。醫易時空醫學。pp. 613 山西科學技術出版社，大陸。

田合祿、周晉香、田蔚。2007。醫易生命科學。pp. 417 山西科學技術出版社，大陸。

田合祿、田蔚。2007。醫易生命與八卦。pp. 342 山西科學技術出版社，大陸。

李根蟠。1995。中國古代農業。台灣商務印書館。台北、台灣。pp. 162。

林俊義。2001。永續農業之理念與發展策略。永續農業第一輯作物篇，pp. 474。

柯南靖、林信山、郭聰欽。2004。植物健康管理之內涵與必要性。2003 國際植物健康管理研討會專集：1~14。2003 年在台灣雲林縣斗六市環球技術學院舉辦。

林信山、柯南靖、郭聰欽。2004a。植物健康管理之真諦及價值。水稻健康管理

研討會專集：3~16。2004 年在台灣台中縣霧峰鄉農委會農業試驗所舉辦。

林信山、劉玉麟、郭聰欽、柯南靖。2004b。梨健康管理實例。2003 國際植物健康管理研討會專集：85~100。2003 年在台灣雲林縣斗六市環球技術學院舉辦。

林信山、王建章、柯南靖、郭聰欽。2005a。植物健康管理是梨躍龍門的關鍵。梨栽培管理技術研討會專集：327~351。2005 年在彰化縣台中區農業改良場舉辦。

林信山、柯南靖、郭聰欽。2005b。植物健康管理在有機農業作物栽培之應用。有機農業經營管理研討會專刊：27~44。2005 年在宜蘭縣三星鄉花蓮區農業改良場蘭陽分場舉辦。

林信山、陳慶輝、張有明、陳軒翊、柯南靖。2008。植物健康管理契合易經內涵暨其應用於農業生產。2008 年國際有機農業技術交流研討會專輯 (ISBN 978-986-81895-8-4)：27~38。2008 年 9 月 8 日~9 日在環球技術學院舉辦。斗六、雲林、台灣。

林信山、張有明、陳軒翊、柯南靖。2009。果樹之健康管理。台灣熱帶果樹產業創新發展研討會專集：23~31。2008 年 11 月 26 日在屏東科技大學舉辦。屏東，台灣。

松永和紀。2009。追求天然的陷阱。健康新知都是對的嗎？pp. 135-154。商周出版，台北、台灣。

苗孝元、姜在生。2002。易之道。齊魯書社、大陸。

南懷瑾。2008。小言黃帝內經與生命科學。老古文化事業股份有限公司。台北、台灣。

陳耀森、林信山、郭聰欽、柯南靖。2004。茶葉健康管理實例。2003 國際植物健康管理研討會專集：101~114。2003 年在台灣雲林縣斗六市環球技術學院舉辦。

陳淑佩、王清玲、翁振宇。2008。作物蟲害診斷服務及鑑定。行政院農業委員會農業試驗所技術服務 74：15~18。

黃鴻章、黃振文、謝廷芳。2008。設施調控微氣候防治作物之灰黴病。永續農業之植物病害管理：236-247。國立中興大學植物病理學系、台中、台灣。

商宏寬。2008。周易自然觀。pp. 236。山西科學出版社。山西、大陸。

秦新華。1984。八卦圖與 DNA。潛科學 1 (轉錄自周易與中醫學：附錄四)。

陶功定、張維駿。2007。醫易生態醫學。山西科學技術出版社。pp 401。

曾紫玉、陳瀅/譯。2004。揭開石器時代的奧祕。pp. 271。琉璃光出版股份有限公司。台北、台灣。（Bob Cannard 原著）

楊力。2002。周易與中醫運氣。pp. 704。建宏出版社。台北、台灣。

楊力。2006。周易與中醫學。pp. 1124。建宏出版社。台北、台灣。

蔡東纂。2009。有機農業之作物病害管理。有益微生物及天敵在有機農業上之應用研討會專集：13-23。中華永續農業協會。2009 年在亞洲大學舉辦。

劉君祖。2007。易經的第一堂課，pp. 165。九洲出版社。北京、大陸。
劉文秀。2007。周易與人體生命方程式解祕。pp. 843。
薛絢/譯。1998。植物的祕密生命～從花仙子到夸克中存在的不為人知的自然之靈，pp. 157。台灣商務印書館。台北，台灣。
賴明信、陳瑞明、林信山。2004。水稻台農 71 號之健康管理。水稻健康管理研討會專集：143~150。2004 年在台灣台中縣霧峰鄉農委會農業試驗所舉辦。
嚴世芬/譯，1999。新世紀農耕：人對土地圓滿的愛。琉璃光出版股份有限公司，台北，台灣。（Bob Cannard 原著）
Abawi,G. S. and Widmer,T. L. 2000. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens， nematodes and root diseases of vegetable crops. Applied Soil Ecology，15:37-47.
Altieri ,M. A.and Nicholls, C. I. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. Soil and Tillage Research，72:203-211.
Chaerle, L.and Van. Straeten, D. S. 2001. Seeing is believing: imaging techniques to monitor plant health. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)，Gene Structure and Expression， 1519:153-166.
Davide.Spadaro. 2006. Key issue related to food safety in organic farming. Agronnova. Chapter 14 of Agenda 21(Sustainable Agriculture and Rural Development)
Doran, J. W. and Zeiss, M. R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. Applied Soil Ecology， 15:3-11.
Hao, H. L., Wei, Y. Z., Yang, Feng, X. E. Y. and Wu, C. Y. 2007. Effects of Different Nitrogen Fertilizer Levels on Fe， Mn， Cu and Zn concentrations in Shoot and Grain Quality in Rice (Oryza sativa). Rice Science， 14:289-294.
Hsieh, S.C., Lin, J.H., Chang, L.R. and Lin, H.S. 1990. Methods of producing multiple harvests of grapes each year in Taiwan. International Symposium of Off-season Production of Horticural Crops. Taipei. (FFTC Book Series No. 41. p.42-48.
Lin, H.S., Lin, J.H. and Lin, C.H. 2000. A novel technique for producing two crops per year of high-chilling asian pears in Taiwan by providing a protective canopy. Acta Hort. 513:229-235.
van Diepeningen, A. D., de Vos, O. J., Korthals, G. W. and van Bruggen, A.H.C. 2006. Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. Applied Soil Ecology， 31:120-135.
Vos, J. G. M. and Nurtika, N. 1995. Transplant production techniques in integrated crop management of hot pepper (Capsicum spp.) under tropical lowland conditions. Crop Protection， 14:453-459.

The Evolution and Prospect of Plant Health Management

Hsin-Shan Lin[1], Nan-Jing Ko[2], You-Ming Chang[1], Chung-Chin Kuo[2], Hsun-Yu Chen[1]

Abstract

After evolving from hunting to stationed farming, human culture gradually develops social systems and economic activities. Thus, countries which are more advanced in traditional agriculture are often characterized by early formation of civilization and strong national power. The main reason why Chinese culture has enjoyed 5,000 years' vitality is because it has well-developed and advanced agriculture. Its features include "intensive farming and integration of human and nature", emphasis on soil preservation and protection, and observation of the rhythm of nature to choose the right time and place for farming activities, yet adaptive enough to achieve harvest goals. Such outstanding traditional agriculture evolved simultaneously with the Book of Changes (Yijing). Our wise forefathers took lessons from nature over a long period of time. They saw through the law of nature, geography, and humanity, and concluded them all to make the Book of Changes. Tai-chi is its basis principle, and Yin Yang is rooted in its core. This Book is a highly finalization of contradiction law, and the contradiction of Yin Yang is the general rule that runs through everything in the universe. The book of Changes comprises Astronomy, Rules of Calendar, Geography, Math, Physics, Chemistry, Biology, Agriculture, and Sociology. Under "cycling of nature's law," we realize the meanings of time and space and their respective influences. We come to realize that human beings are just a member of nature and will not survive or thrive without other creatures. This practical and encompassing philosophical system can be "interpreted" and applied in all subjects of science. In Chinese Medicine, it is biological medical science based on the Book of Changes. In Agriculture, it is "Plant Health Management (PHM)." Not only is it a theory but also a complete set of useful techniques. By abiding the guidelines that change as principle, application of simplicity, communication for information free flow, and non-change which governs all, PHM follows the change of time and space and makes artificial adjustments or takes

[1] Transworld Institute of Technology
[2] Integrated Agricultural Development Foundation

preventive measures according to the pattern of wu yun liu qi (five-seasons and six-climates). It advocates environmental protection and further constructs a healthy and sustainable biological environment. PHM also emphasizes the strengthening of plant health (equal to human physique) and cure before illness. Under the premises that we know well the biological characters of the target creatures, we can maximize plants' potential to benefit humans. Although it is foreseen that the global population will grow exponentially and thus causes both serious shortage of food and deterioration of life qualities, "PHM" recognizes the change of time and space and progresses as time goes by to build an SOP of plant production. After a plant's potential is aroused, foods full of functional nutrients can be grown economically, further satisfying human's demand for agriculture. In a word, Plant Health Management's future sees no limit.

Key words: Plant Health Management, the Book of Changes (Yijing), Time, Space, Yin Yang, Tai Chi, Ba Gua (The Eight Trigrams), Cycling of Nature's Law, Five-season and Six-climate, Chinese Medicine, Ecology, Environmental Protection

栽培環境調控與植物健康管理

蔡致榮[1]

摘　要

栽培環境調控牽涉範圍廣泛，一般以溫室內生產較容易實際運作，大體而言，溫室環境控制包括溫室結構、相關設備與特徵化溫室作物生產之每日管理決定。而植物健康管理所揭示「經由揣摩植物本身與週遭之生物、物理與化學條件等相關性，藉人為技術之修飾」之意涵，實是溫室環境最佳化管理長期以來追求與努力之目標。本文除整理改寫佛羅里達溫室蔬菜生產手冊中有關溫室環境考量、溫室環境控制與植物生理之基本內涵與觀念，提供讀者全盤理解，俾利未來植物健康管理實踐參考外，亦說明「整合無線區域網路與即時視訊之溫室數位環控肥灌系統」之國內環境控制實例。最後並強調「管理光合作用與呼吸作用並藉助環控技術進行作物控制」之理念與努力方向，冀望將植物健康管理概念融入現代化環境控制系統，以進一步形塑根基於生物資訊之最佳化先進控制技術。

關鍵詞：環境控制、植物健康管理、作物控制

前　言

栽培環境調控牽涉範圍廣泛，一般以溫室內生產較容易實際運作，大體而言，溫室環境控制包括溫室結構、相關設備與特徵化溫室作物生產之每日管理決定，其牽涉新興建技術與致動器之發展、植物生理過程與溫室環境之模式化，以及溫室環境最佳化管理等相關技術之精進。典型溫室控制乃手動調整、定時事件與定溫調整作動等之混合，複雜操作則使用電腦，而電腦化環境控制讓整合溫室不同組件成有效率且獲利之系統成為可能。

林等(2005)闡述並指出植物健康管理乃是整合各種農業技術成為知識，以知識及遵循自然生態原則來營造環保的植生環境並創造產業利潤，經由揣摩植物本身與週遭之生物、物理與化學條件等相關性，藉人為技術之修飾，佐以企業化經營，從健康種苗量產一直到作物栽培及植生環境之管理，以預防醫學及保健原則，配合標準作業流程(SOP)，期能不施用或減少造成環境問題之化學製劑，穩定量產安全、高機能營養、富風味、可安心食用且具經濟效益之生機農產品，並營造健康安全的生存環境及改善生活品質。睽其意旨，「經由揣摩植物本身與週

[1] 行政院農委會農業試驗所農業工程組

遭之生物、物理與化學條件等相關性，藉人為技術之修飾」部分實是溫室環境最佳化管理長期以來追求與努力之目標，畢竟獲利性溫室生產取決於牽涉植物生長化學過程之複雜系統，靠著最佳化溫室與栽培管理系統，種植者才能最大化植物生長效率，並因而有高品質產品之高產出。

本文除整理改寫佛羅里達溫室蔬菜生產手冊中有關溫室環境考量、溫室環境控制與植物生理之基本內涵與觀念，提供讀者全盤理解，俾利未來植物健康管理實踐參考外，亦說明「整合無線區域網路與即時視訊之溫室數位環控肥灌系統」之國內環境控制實例。

溫室環境設計考量(Jones, 2008a)

溫室之初始目的在於簡單地維持原本無法於外界冬天氣候狀況下倖存之作物使能夠存活，早期北方緯度之種植者認知有時果蔬的生產或在作物無法正常成長的地方溫暖的溫度條件是必須的，因此，早期溫室被設計成可提供作物陽光與溫暖兩項基本成分，後來，種植者開始理解降溫對特定作物於溫暖時期生產之重要性，排氣因此被增加以允許溫室內溫暖空氣與外界冷空氣進行交換。

目前園藝學家確認每一作物品種(甚至相同種間)有其特殊之溫度反應特性，就種植者而言，其意味著在整個冷熱氣候期間僅維持作物存活並不足夠，成功之種植者必須一貫地提供作物可發展與正常生產之溫度，因此，加熱與冷卻系統必須被設計成不只避免溫度達到極度損害程度，而且可於種植作物正常生長與發展溫度特性範圍內平穩地運作。

一、熱能交換

任何時間溫室溫度取決於溫室系統與外界環境之熱平衡或能量淨流，有三種基本熱能交換過程，即傳導、對流與輻射。熱傳導係經由固體材料或直接物理接觸材料之能量轉換，其傳導速率取決於材料之物理特性(密度與傳導率)、材料厚度與通過材料間溫度差異。藉由傳導之熱傳遞可以使用不良導熱材料予以最小化，例如快速泡沫塑料(styrofoam)係熱的不良導體，銅則有非常高的熱傳導率，而雙層嵌板系統(double-layered glazing systems)則利用熱傳導率低的空氣形成空氣絕緣層以減低熱損失。

對流熱傳遞係氣體或液體在不同溫度區域間之物理移動所造成之現象，例如，冬天在溫室內當溫暖空氣上升，並傳遞其熱量至溫室嵌板(藉傳導傳遞能量至外界空氣)之冷表面時，即發生對流熱傳導，而當溫室空氣在溫室頂端與嵌板表面接觸而冷卻後，其將流回至地板。滲透(infiltration)情形係對流熱交換之另一型式，其交換溫室內外空氣，滲透率取決於裂口與其他溫室外殼開口之大小與數

目，也與外界風速有關。滲透之能量交換率係空氣進入溫室與離開溫室間溫度差異之簡單函數，而風由於減低在嵌板表面滯留空氣薄膜層之厚度直接提高從溫室外表面之對流熱傳率。

輻射熱傳遞在並無任何實體接觸或傳輸介質之物體間發生，所有物體向各方向輻射能量，然而他們改變其吸收與散發輻射之能力，從太陽傳遞至地球之所有能量係輻射能量傳輸的結果，當然人類由於眼睛可看到光而直接知道陽光，但也有從太陽而來之輻射能源是看不到的，當輻射能源遇上某一物體，由於輻射波長與特定物體之光譜特性差異，它會被傳送(transmitted)、反射(reflected)或吸收(absorbed)。例如，清澈溫室嵌板材料傳送大部分人們可見之光、反射大約10%，而吸收非常少量之光。然而嵌板材料可能在其他波長波段(例如紅外線)有非常不同之特性，當輻射被吸收，它將被轉成熱能而暖和吸收它的材料，通常高反射材料可減低輻射交換，然而灰暗材料則是有效之吸收者與再輻射者。

二、熱量損失計算

為正確決定溫室加熱系統之尺寸，估算可預期最冷冬天狀況之熱損失是必須的。計算溫室熱損失，有兩主要因子：經由溫室嵌板之損失與由於滲透之損失。

方程式(1)可用以估算經由溫室嵌板材料從溫室內之高溫至外界較冷溫度之熱量損失：

$$Qc = U A (Ti - To) \qquad (1)$$

此處，Qc = 總"傳導"熱損失(Btu/hr)，U = 總熱傳遞係數($Btu/(ft^2\ °F\ hr)$)，A = 總外曝屋頂與牆壁面積(ft^2)，Ti = 溫室內溫度(°F)與To = 外界空氣溫度(^oF)。

儘管能量經由嵌板材料係以傳導方式傳遞，從溫室外表面至外面環境之真正熱傳遞牽涉傳導、對流與輻射交換過程之複雜混合，方程式(1)使用由整合能量交換過程且針對不同嵌板系統所發展出來之代表性總熱傳遞係數(U)以減化此估算步驟，表1給予某些常用嵌板結構組合之此類數值。

方程式(2)可用以估算由於滲透空氣交換之熱量損失：

$$Qi = .02\ V\ C\ (Ti - To) \qquad (2)$$

此處，Qi = 總傳導熱損失(Btu/hr)，V = 溫室體積(ft^3)，A =總外曝屋頂與牆壁面積(ft^2)，Ti = 溫室內溫度(°F)與To = 外界空氣溫度(°F)。

方程式(2)中.02係轉換因子($Btu/(ft^3\ °F)$)，其計算單位體積空氣之能量保持能力。此方程式之關鍵是C值，其係由於溫室洩漏每小時之空氣交換值。表2給予數種常用溫室覆蓋之某些估計值。

方程式(1)與方程式(2)都牽涉取決於溫室物理大小之項目，因為傳導熱損失係經由牆壁與屋頂，也因此總熱損失隨著表面積之增加而增加。相同地，與特定型態結構有關之正常洩漏直接與表面積(與體積)相關。

表一、總熱傳遞係數(Jones, 2008a)
Table 1. Overall heat transfer coefficients

嵌板材質 Glazing materials	總熱傳遞係數 Overall heat transfer coefficient U, Btu /(ft^2 °F hr)
玻璃：	
單層	1.1
雙層，間距1/2″	0.7
聚乙烯膠膜：:	
單層	1.1
雙層，分離的	0.7
光纖玻璃嵌板	1.0
雙層壓克力(丙烯酸酯)板	0.6

兩種情形中，最小化溫室表面積相對於可種作物之地板面積明顯較佳，這也是連棟式溫室比獨立溫室能源使用上較有效之原因。兩個方程式中計算之熱損失也直接取決於溫室與外界空氣溫度間之差異，為使用此兩方程式以估算可能之能源需要，必須選擇數值給Ti與To，溫室內部溫度(Ti)係作物可安全忍受之最低溫度，而外界溫度值To必須是溫室所在區域可預期之最低冬天溫度。

表二、溫室洩漏空氣交換(Jones, 2008a)
Table 2. Greenhouse leakage air exchange

結構類型 Type of construction	每小時空氣交換 Air exchanges per hour
新結構：	
玻璃或纖維玻璃	0.75 - 1.5
聚乙烯：	
雙層	1.5 - 1.0
舊結構：	
玻璃：	
狀況良好	1.0 - 2.0
狀況惡劣	2.0 - 4.0

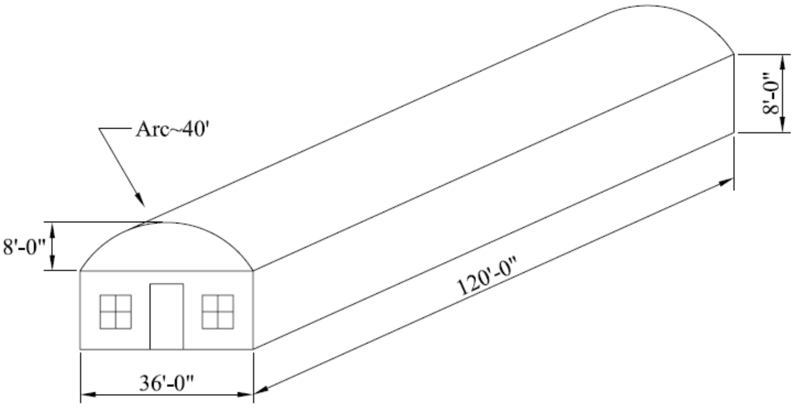
為便於估計，表3給予美國佛羅里達州鄉鎮與其相關冬天設計溫度之列示，就每一場所而言，都有99%與97.5%兩種設計溫度。99%欄位意謂在12月、1月與2月份，所紀錄每小時溫度之99%超過所列設計值。就本計算例而言，假設溫室係建造在Tallahassee附近以種植水耕番茄，其係單棟結構並鑲嵌透明雙層聚乙烯膠膜，溫室尺寸為長120 ft、寬36 ft、拱形屋頂最高點高16 ft，以及邊牆高8 ft，圖1顯示該溫室之尺寸示意圖。就番茄而言，為避免作物損傷，據建議溫室溫度不可下降低於50°F，然而，為有最佳著果與水果品質，也有建議溫度不可低於62°F。

表三、所選擇佛羅里達鄉鎮之設計溫度(Jones, 2008a)
Table 3. Design temperatures for selected Florida towns

城鎮	冬天(Winter), ℉		夏天(Summer), ℉	
	99%	97.50%	1%	2.50%
Bell Glade	41	44	92	91
Daytona Beach	32	35	92	90
Ft. Lauderdale	42	46	92	91
Ft. Myers	41	44	93	92
Ft. Pierce	38	42	91	90
Gainesville	28	31	95	93
Jacksonville	29	32	96	94
Lakeland	39	41	93	91
Ocala	31	34	95	93
Orlando	35	38	94	93
Panama City	29	33	92	90
Pensacola	25	29	94	93
Sanford	35	38	94	93
Tallahassee	27	30	94	92
Tampa	36	40	94	92
West Palm Bch	41	45	92	91

計算大概之傳導熱損失(Qc)：計算溫室表面積(A)，從表一選取適當之總熱傳遞係數(U)，以及從表3選擇冬天設計溫度(To)。為計算總溫室表面積，須加總

下述項：邊牆(As= 2 xl20 ft x 8 ft = 1920 ft^2)、端牆(Ae = 2 x 36 ft x12 ft = 864 ft^2)與屋頂(Ar = 120 ft x 40 ft =4800 ft^2)。本例中，假設最小可接受空氣溫度(Ti)為50°F。獲得相關數值如下：



圖一、單棟雙層聚乙烯膠膜溫室(典型蔬菜生產系統)之尺寸示意圖(Jones, 2008a)
Fig. 1. A schematic of a single-bay, double-poly greenhouse typical of vegetable production systems.

A = As + Ae + Ar = 7584 ft^2

U = .7 Btu/(ft^2 °F hr)

Ti = 50°F

To = 27°F

Qc = .7 Btu/(ft^2 °F hr) x 11,300 ft^2 x (50 -27) °F= 122,102 Btu/hr

計算大概之滲透熱損失(Qi)：計算溫室體積(V)與從表2選擇適當空氣交換值(C)。像使用於前述傳導熱損失計算使用相同之溫度值。獲得相關數值如下：

V = 51,100 ft^3

C = l air exchange per hr

Qi = .02 Btu/ft^3 oF x 51,100 ft^3 x 1 air exchange per hr x (50 -27) °F= 23,506 Btu/hr

總熱損失率(Qt)係傳導熱損失與滲透熱損失之加總：

Qt = Qc + Qi = 145,608 Btu/hr

就本例中之溫室，加熱系統必須能夠提供160,000 Btu/hr(含10%安全邊際值)之熱量，以補償在佛羅里達州Tallahassee冬天最冷日子時所可預期之能量損失。

三、加熱系統

一但加熱需求被計算出來，就可據以選擇所需容量之加熱系統，這可由使用之設備、使用之燃油種類與後續管理實務等觀點進行考量完成選擇，加熱系統必須與溫室結構種類與所種作物協調一致。

（一）單元空間加熱器(Unit Space Heaters)

單元空間加熱器通常以天然氣或燃料油當燃料，並使用風扇作熱分散作業，它們通常從溫室上方結構懸吊下來，但也有承裝在地板上的，這種系統相對地容易安裝且需要相對中等之資本投資，儘管燃燒丙烷或天然氣之空間加熱器會產生有利作物之二氧化碳，但它們也製造對人體與植物有害之燃燒副產品(例如一氧化碳與乙烯)。為避免此潛在問題單元空間加熱器必須排氣，排氣管必須遵從廠商之建議具有足夠之大小，而且至少超出溫室最高點120 cm以上。最後，在緊鄰之溫室中每一空間加熱器之新鮮空氣入口必需具有與單元燃燒器符合之大小(通常15至20cm)。

（二）熱水系統(Hot Water Systems)

熱水系統利用加熱管以進行周邊或列加熱，其倚賴自然對流以分散加溫空氣，熱水也可使用於高架風扇強制加熱系統。熱水系統包括鍋爐、閥與壓力/溫度調節控制系統。蒸汽加熱系統比熱水系統較複雜安裝，而且需要較多維護，儘管加熱或冷卻熱水系統之管路比起蒸汽加熱系統者慢，但溫度通常較均勻。

（三）蒸汽加熱系統(Steam Heating Systems)

蒸汽加熱系統包括鍋爐、閥、U形彎管(traps)與控制系統，其複雜度因使用鍋爐型式與大小而改變。蒸汽加熱系統提供蒸汽管線之快速加熱與冷卻，而且比熱水系統需要更少管線，管線可以是平滑或加鰭片，而且如果有需要也可與風扇一起使用以提高較均勻之分布，蒸汽在土壤栽培系統也可用於土壤之殺菌消毒。通常使用蒸汽加熱系統大約1/3的管線係高架，而其他2/3則沿著周圍或邊牆。蒸汽加熱系統需要較高之初始投資，但有較長之預期壽命。

（四）聚乙烯膠管系統(Poly-tube Systems)

聚乙烯膠管系統(如圖二)常常被使用以連結上述任一加熱單元，以提供更均勻之熱分布、空氣移動與通風。當聚乙烯膠管系統使用在加熱系統，它們被與加熱組件一起安裝，此加熱組件通常係聚乙烯膠管系統充氣用風扇之擋板入口(baffled inlet)，在此擋板兩側固定距離處有水平釋放式加熱單元。當控制(自動調溫器thermostat)要求加熱時，單元加熱器打開並吹送經加熱空氣進入擋板之開啟側，一但空氣溫度被增加至設定點時，加

熱器即停止，但聚乙烯膠管系統之風扇繼續循環空氣，此種系統也用於除濕及以外氣進行通風。

在大部分大的(單一或連棟)溫室，最好經由縱走溫室長度之聚乙烯對流管提供熱氣，此管係以柱流風扇(jet fan)充氣，亦即此柱流風扇由加熱器接收經加熱之空氣並吹送熱氣經由對流管進入溫室。此熱散佈管之擺置必須小心思量，傳統上此 30 吋(76 cm)大管縱走整個溫室長度，由柱流風扇至溫室之相反端，此管通常位於地面上大約8呎(244 cm)高，因此熱係在植物葉叢上方釋放，而較多熱係用以增加溫室較高

圖二、利用排氣孔管系統進行空氣循環
Fig. 2. Air circulation conducted by using poly-fan-tube systems

處之空氣溫度。較佳之方式係釋放熱空氣進入作物下方、放置在或接近地板處較小之8吋(20 cm)聚乙烯膠管系統，熱氣因此上升進入作物葉叢，此種系統在美國佛羅里達州對減少番茄葉疾病及提升果實品質業經證明有效，在此系統中棚架(trellis)上方增加保溫網(thermal curtain)也可幫助減低能源成本。

加熱可以來自燃燒液體丙烷、天然氣與蒸汽等，在單一獨立之溫室中，使用兩組較小加熱器是良好構想，在柱流風扇兩邊各使用一個小加熱器以取代一個較大加熱器，萬一某加熱器失效時，較不會凍壞植物。就雙加熱器系統而言，一個加熱器被控制當番茄葉叢溫度降至18℃時啟動，而另一加熱器則設定在16℃或17℃，假如加熱器大小正確，溫室溫度必不會落到低於16℃。

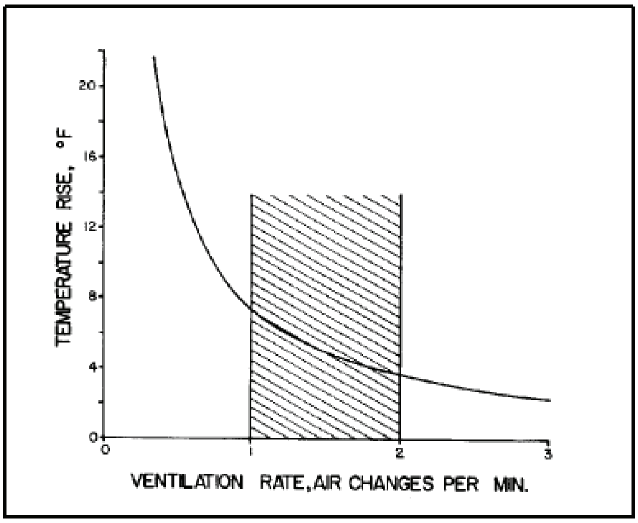
四、通風

以實務觀點而言，冷卻溫室之唯一經濟方法牽涉交換溫室內外空氣之通風，通風可以是由風與／或溫度梯度(熱氣上升)自然驅動或利用風扇機械式產生，在

熱帶地區自然空氣交換至溫室外面可以利用溫室結構之側邊簡單完成，而主動或機械式通風，通常使用低壓螺旋葉片風扇以進行溫室通風。就通風而言儘管有許多理由，其最明顯的目的在於控制高溫，適當尺寸之通風系統可避免溫室內空氣溫度比外界空氣溫度上升太高，而高溫度的原因在於經由溫室嵌板材料之太陽輻射進入量，通風系統必須有效地移動空氣使直接經由作物並跨越地板上方，並避免在植物附近有過度熱積累。通常可接受之基本原則如下，對較大溫室(30-36公尺長)而言，一個通風系統至少必須提供每分鐘一次空氣交換(一般以調整通風扇尺寸而作調節)，而對較小嗜好栽培用溫室而言，因其具有較大溫室表面積與地板面積比值，可能需要每分鐘2.5次之空氣交換。

圖三顯示夏天晴朗日子下跨越如圖1所示120呎(36.6 m)長雙層聚乙烯膠布溫室通風率與溫度上升之關係，當空氣交換率增加，溫度上升減少而內外空氣溫度差異減少，其易於歸結到愈多通風愈好，但提供增加通風容量之缺點有風扇與附件之成本上升與操作花費之增加，同時也必須注意不管通風率多高溫室內部空氣溫度總是比外界空氣溫度高，要獲致比外界還低之溫室溫度則需使用蒸發冷卻或其他調節空氣之輔助方法。

在佛羅里達州通風如果要被有效地使用在中等高溫時，必須配合使用風扇，大部分情況自然通風不足以倚賴，欲選擇正確風扇尺寸與數量，必須計算欲被移動之空氣總體積流率。欲被移動之空氣體積流率係由每分鐘(或小時)之空氣交換次數加以計算，一次空氣量交換等於其溫室體積，例如如圖1所示之結構有大約51,100 ft^3之體積，因此每分鐘一次交換對應51,100 cfm (ft^3/min)，特定溫室之體積係以端牆截面積乘以溫室長度加以計算。



圖三、通風率與溫室溫度上升之比較(Jones, 2008a)

Fig. 3. A comparison of ventilation rates and greenhouse temperature rise.

風扇之選擇，在美國建議使用符合AMCA (Air Moving and Conditioning Association)標準之機型，其額定值指明風扇在0.125吋水柱靜壓下之體積流率容量，風扇係在這些標準狀況下測試，因此所有風扇皆以相同基準定其額定值，這允許買家可以在不必調整不同測試狀況下比較性能資料。風扇係一種空氣幫浦，亦即製造壓力差異以促使空氣流動之機械。常見之兩種風扇分別為軸流風扇與離心流風扇，其差異在於氣流方向，軸流(螺旋槳式)風扇通常係通風應用與其他低靜壓狀況最常使用之型式。

選擇通風風扇時，下述資料是必須的：

（一）如前所述，每單位時間欲移動之空氣體積必須加以計算。

（二）必須估測靜壓(代表系統對氣流之阻力)，大部分情況溫室靜壓阻力介於0.07至0.1吋，對具有蒸發冷卻水牆之溫室，其溫室靜壓必須加上水牆之靜壓(估測值可從水牆製造商處獲得)。

（三）顧及效率，必須選擇在所估測靜壓下以最低馬力需求可傳遞所需體積流率(cfm)之風扇。

（四）必須考量經濟因素，如果最佳效率風扇所費遠超過最近可得之對手產品，那麼固定投資成本與變動操作成本間之取捨必須加以評估。

在為風扇定尺寸與安裝上，某些其他重要思量如下：

（一）假如風扇必須面對夏季盛行風，那麼就需增加風扇體積流率之10%容量，其也因此增加風扇馬達之對應馬力。

（二）顧及氣候防護與避免風扇不作動時之背流(backdrafts)，所有風扇必須安裝自動活動遮板。

（三）當兩毗鄰溫室之風扇過於彼此接近且排氣進入溫室間相同區域，它們必須被彼此偏移(offset)以避免彼此間之直接對吹。

（四）風扇必須適當加網與護蓋，以保護並避免人員與任何移動件(風扇葉片、皮帶輪與皮帶)接觸。

（五）安置排風扇其間隔不可多於30 呎(9 m)。

五、蒸發冷卻

只以單獨之通風，溫室溫度可能只被降低至接近外界位準，但若加上蒸發冷卻系統溫室空氣往往可被保持低於外界溫度。蒸發冷卻之工作原理乃因某一給予溫度之空氣可以保有某特定量之水蒸汽，相對濕度係空氣中真正存在之水蒸汽與

空氣所可保有總水蒸汽之百分率，當空氣保有其可保有之所有水蒸汽，其在飽和狀態而其相對濕度為100%，如果相對濕度低於100%之空氣遇上水，那麼某些水將被蒸發進入空氣中，從水至水蒸汽之相變化需要能量(亦即蒸發潛熱)，此能量係由空氣提供而且造成空氣本身之溫度下降。蒸發冷卻系統係由移動空氣經過溫室之風扇與某些加速水變成水蒸汽之組件組成，通常商業使用的有水牆與高壓噴霧兩種系統。

（一）水牆系統(Wetted Pad Systems)

水牆系統係在排氣風扇對面由2至6吋(6至15 cm)厚多孔性材料沿著溫室牆壁裝設而成，進入溫室之空氣被水平抽送經過多孔性水牆材料，上水槽平均分配水至水牆頂端。當水往下移動經過多孔性水牆時，水會理想地擴展覆蓋所有水牆表面，當外界空氣被抽送經過多孔性材料時，空氣會與水牆相當濕的表面緊密接觸，也因此大大地加速蒸發。如果空氣與潮溼表面間“理想接觸”是可能的，那麼系統將是100%有效，而且離開水牆之空氣將是飽合的，實際上最有效率之系統提供大約85%之冷卻潛勢。

冷卻之確切量主要取決於外界空氣之溫度與相對濕度，此關係並不完全確定，因為當溫度上升空氣之水蒸氣涵有能力也跟著上升。表4顯示溫度、相對濕度與冷卻潛勢之某些比較，表中數值顯示就冷卻而言，相對濕度愈高，冷卻潛勢愈低，而就某一相對濕度而言，溫度愈高，潛勢愈大。此表亦提供就某種效率水牆冷卻系統可被預期之冷卻數值，例如，在95°F與70%相對濕度，潛在的溫度下降是8.9°F(至86.1°F)，就85%效率之蒸發冷卻系統而言，實際溫降是7.6°F，因此空氣離開水牆而進入溫室之溫度大約應在87.4°F。

表四、不同溫度與濕度之冷卻潛勢(Jones, 2008a)
Table 4. Cooling potential for different temperatures and humidities

溫度 ℉	相對濕度 %	溫度下降(Temperature Drop) ℉			
		100%		85%	
95	90	28	(92.2)	2.4	(92.6)
	70	8.9	(86.1)	7.6	(87.4)
	50	15.9	(79.1)	13.5	(81.5)
90	90	2.6	(87.4)	2.2	(87.8)
	70	8.4	(81.6)	7.1	(82.9)
	50	15.0	(75.0)	12.7	(77.2)

溫度 ℉	相對濕度 %	溫度下降(Temperature Drop) ℉			
		100%		85%	
85	90	2.5	(82.5)	2.1	(82.9)
	70	8.0	(77.0)	6.8	(83.2)
	50	14.1	(70.9)	12.0	(73.0)

有多種形式之水牆，從低價山楊木(aspen)屑片水牆至昂貴、高效率(85%)之纖維素(cellulose)水牆。使用如圖1所示之溫室，下述例子示範計算提供某特定水準之冷卻下水牆材料截面積之普通程序，由於水牆長度限制在36呎(11 m)，真正之設計問題在於決定欲安裝水牆之高度。為計算此高度，每一材料之性能特徵值是需要的，具體地說，每種水牆有關聯之設計速度，表5列示三種不同材料(4吋纖維素水牆、6吋纖維素水牆與山楊木屑片水牆)之數值，而所需水牆高度計算如下：

表五、三種蒸發冷卻水牆材料之性能特性(Jones, 2008a)

Table 5. Performance characteristics for three evaporative pad materials

	4″ 纖維素 4" Cellulose	6″ 纖維素 6" Cellulose	山楊木 Aspen
設計速率Design Velocity (ft/min)	250.000	380.000	165.000
靜壓Static Pressure (in H_2O) 水牆(Pad)	0.026	0.067	0.065
靜壓Static Pressure (in H_2O) 水牆與溫室 (Pad and Greenhouse)	0.126	0.137	0.135
效率Efficiency	68.5%	73.5%	77.0%
預估壽命(年) Life Expectancy (yrs)	5 - 10	5 – 10	.5 - 2
範例計算高度 (ft) Example Calculation Height (ft)	5.6	3.7	8.5
冷卻度數 (℉) Cooling Degrees (^{o}F)	10.3	11.0	11.6

$$\text{水牆高度(ft)} = \frac{\text{空氣流率}(ft^3/min)}{\text{水牆長度}(ft) \times \text{設計速度}(ft/min)} \quad (3)$$

就此例子，假設空氣流率是每分鐘一次空氣交換，如圖一所示之溫室即為51,100 ft^3/min，倘給定水牆長度36呎與表列3種設計速度，則不同材料之高度範圍從山楊木屑片水牆之8.5呎至6吋纖維素水牆之3.7呎。冷卻度數可以潛勢冷卻度數乘上水牆效率加以計算，例如，給定外界空氣90°F進入此水牆與相對濕度50%，從表4查得潛勢冷卻是15°F，因此，使用表5之效率值，4吋纖維素水牆可以提供10.3°F之冷卻，6吋纖維素水牆可以提供11°F之冷卻，而山楊木屑片水牆可以提供11.6°F之冷卻。在這些材料中進行選擇時，就每一個別溫室而言，初始成本、所需牆之空間與預期壽命都必須納入商業計劃之因素。其他有關設計與安裝水牆之考量如下：

1. 可能的話，安裝水牆在夏季盛行風側，而風扇則在溫室的下風側。
2. 排風扇不可對著另一溫室之水牆排氣，除非它們離開至少50呎(15 m)。
3. 水牆至風扇之最大實用距離不可超出200呎(61 m)，而距離在150呎(45.7 m)以下係較有效率的。
4. 水牆必須安排在排氣扇反方向沿著整個牆壁的連續地段，例如門口之間隙可能造成上至8倍間隙寬度之“熱點”。
5. 當需要加熱以取代冷卻時，必須提供活動遮板以關閉水牆部份。
6. 建造並保持氣密之溫室，當水牆系統運作時不要讓門或排氣孔打開，因為空氣是沿著較容易之氣流路徑移動。
7. 在水牆上提供遮網以將昆蟲隔離在外。

（二）高壓噴霧系統(High Pressure Fog Systems)

噴霧系統係在高壓下操作以產生大比率微小水顆粒，其繼續懸浮在空氣中而不掉落，欲獲得此種霧粒需要特殊設計之噴嘴與介於500至1000 psi(35至70 kg/cm^2)之壓力。理想上，此種霧粒繼續懸浮在空氣中直到其蒸發，就因為這原因，噴霧系統有潛力提供非常有效之方法以蒸發方式冷卻溫室。成列之噴嘴可被分佈橫越溫室長度，並階段地操作以達成非常均勻之濕度分布，就像蒸發水牆一樣，高壓噴霧系統必須與通風扇連結操作。

高壓噴霧系統比蒸發水牆系統更加複雜，而且需要相當多的維護，其組件之可信賴性(reliability)經常因價格而變動。大多數失敗的原因為水質，各地方水質變異相當大，因此每一水源必須加以測試，並依據測試結果之建議進行處理。通常例外的情形非常少，大部分的水都必須加以處理，通常需要結合過濾與化學處理以保持噴霧系統之正常運作，而明智的

做法係在安裝之前適當評估水質與處理需求。

高壓噴霧系統算來仍是相當新的作業方式，然而倘能適當地設計、安裝與操作，其將是以蒸發方式冷卻溫室之最有效方法，但是其初始投資與維護需求卻是高而且不可或缺。

六、遮蔭系統

就某些種植季節而言，使用風扇與蒸發冷卻系統作溫室通風是可以接受的，然而，針對早秋種植季節與晚春收穫期間，為控制溫室內過度之熱積累必須有額外的方法，通常過度熱(高於85°F)可歸因於數種生長與果實成熟問題。在此期間，當溫室輻射負載超過蒸發冷卻系統所可處理時，植物必須遮蔭，基本上遮蔭有兩種方式，即遮蔭漆與遮陰網。白色之遮蔭化合物被施用在聚乙烯膠膜溫室覆蓋之外面，而遮蔭網可被應用在溫室上方或在溫室內之棚架(trellis)系統。

與台灣的情形一樣，佛羅里達的種植者顯然需要溫室上方與內部遮蔭系統兩者之結合，兩者單獨似乎都無法有效地控制熱積累。溫室內部在植物高度遮蔭網單獨使用之問題在於遮蔭網上方之過度熱會被排氣風扇抽引進入種植區域，而使用遮蔭漆或溫室上方單獨遮蔭網之問題，則在於當需要重遮蔭時單獨遮蔭下熱積累仍然是問題，而且有時光量可能掉到最佳水準以下，反而造成過度遮蔭。使用遮蔭漆之另一問題為其係“完全或無”之方式，而不像遮蔭網一樣在低與高陽光狀況下可“關(收網)與開(張網)”。

實際可提供所需遮蔭之系統係在纜線上之遮蔭網，其可依據光量(因天氣狀況與季節而異)簡易地配置或移去，通常依著溫室屋頂之輪廓配置遮蔭網，其可於晴天時拉起，而於陰天時收下，此種遮蔭覆蓋可排除於溫室外側塗遮蔭漆之需求，而考慮風對遮網之損害，內部遮蔭網則比外部遮蔭網為佳。

內部頂篷遮網(inside ceiling contour curtain)可輔助以植物上方遮網(above-plant curtain)或布，其安裝於棚架系統上剛好位於植物上方處，此植物上方遮網將降低其上方之熱積累，不但提供額外之遮蔭，也可幫助增加從水牆抽送冷空氣經過溫室之風扇效率，而內部頂篷遮網也可補以“閣樓”風扇("attic" fan)或噴霧系統以移除溫室頂篷區域之熱空氣。

在佛羅里達州於秋天與春天種植蔬菜是一種極度挑戰，需要相當有利之方法處理並移除熱積累，假如熱無法被有效控制，那麼種植者必須考慮在6至9月期間停止生產。

七、水平氣流風扇

當大通風扇沒有運作時，較小之水平空氣循環扇(如圖4所示)可以提高溫室

中較均勻之濕度、溫度與二氧化碳，以確保整個溫室中較一致之植物性能，空氣循環也可最小化植物自由水之形成，其可避免疾病生物體之發展及溫室內嵌板表面之水分凝結。

通常使用以提供溫室水平空氣循環者主要有兩種系統，亦即風扇管系統(fan tube system)與低速高流量風扇系統(low velocity, high volume fan system)。風扇管系統從溫室一端獲取空氣，而將其以多孔聚乙烯膠管向下分布經過作物，外界新鮮之通風空氣可被供應至風管以作溫室空氣溫度與濕度之小調整，此系統如前所述可被使用以結合加熱器供均勻散佈溫暖空氣，此系統之風管因使用會變得骯髒並減低光的傳送，因此風管一般上每年必須更換。

低速高流量風扇系統藉由建立溫室空氣循環樣式而散佈空氣，此系統由一或多個移動空氣使經過溫室長度之風扇組成，牽涉多棟(間隔)溫室時，風扇必須被擺置成交換方向，以促進空氣流能夠流串整個溫室，此種風扇投射非常少之蔭影，而且很少需要維護。

八、二氧化碳噴注

增加二氧化碳至溫室環境具有好處，就特定數種蔬菜作物而言，例如小黃瓜、萵苣與番茄，其對二氧化碳之添加有一致性良好之反應。二氧化碳是光合作用(碳同化carbon assimilation)所需，在其過程中綠色植物使用從陽光而來之能源轉變二氧化碳與水生成糖，此種糖隨後會被植物使用以供生長與維護。在支撐此過程上，糖於呼吸作用過程中被燃燒以釋放能量，某些已固定之二氧化碳因此被釋放回到空氣中，光合作用與呼吸作用量之差額即是植物中乾物累積之基礎，這對種植者而言相當重要，因為愈多乾物累積，生長愈多，產量愈高。

經由擴散過程，二氧化碳透過葉片上的小孔(氣孔)進入植物，二氧化碳被光合作用固定在葉中之比率取決於葉片內二氧化碳之濃度，其接著由空氣中二氧化碳之濃度決定，因此，增加葉片外圍附近空氣之二氧化碳濃度將增加二氧化碳攝入與生長之比率。

外界空氣一般含有大約340 ppm (按體積則為0.034%)之二氧化碳，植物在此二氧化碳濃度通常生長良好，但假如二氧化碳濃度高些，其將有製造更多糖之反應。封閉溫室中白天時植物使用二氧化碳，會造成二氧化碳濃度低於340 ppm而降低光合作用，在新造氣密雙層嵌板式溫室中，由於其具非常低之洩漏率，二氧化碳濃度之下降特別顯著而且對生產有非常負面之效果。儘管通風可將二氧化碳濃度帶回接近340 ppm，只有輔助性二氧化碳噴注可真正提高溫室內二氧化碳濃度，使達比外界空氣更高之二氧化碳濃度。對大部分作物而言，通常二氧化碳濃度之基本應用原則為二氧化碳濃度超過1300 ppm時其效用價值遞減，而較低之濃度(800 ppm)被推薦以種植種苗(番茄、小黃瓜與甜椒)與萵苣。

圖四、水平氣流風扇循環溫室內空氣並創造較均勻之環境狀況(Jones, 2008a)
Fig. 4. Horizontal air-flow fans circulate air inside the greenhouse creating more uniform environmental conditions.

燃燒氣體以獲得二氧化碳可以製造熱當副產品，其就北方溫室而言可能是利處，但在南方的佛羅里達州業經證明是一項問題。就溫暖氣候之二氧化碳噴注而言，液體壓縮之二氧化碳可在不產生無用熱下被使用，液態二氧化碳也有許多超越石化燃料系統之其他優點，其不僅相當純、不含硫並可避免不完全燃燒之問題，而且它的使用既不產生水蒸汽，也不會在燃燒器附近造成熱點。再者，液態二氧化碳噴注系統與燃燒器系統之維護相較較低。唯一的缺點是液態二氧化碳噴注系統之價格遠高於丙烷或天然氣燃燒器系統。

如果溫室中要維持高二氧化碳濃度，在計算維持所要濃度所需二氧化碳量時需要考慮兩個因子，即自然空氣交換(洩漏)與溫室中光合作用，因為它們會降低高二氧化碳濃度。洩漏會與外界空氣(340 ppm)交換經添加二氧化碳之溫室空氣，而以風扇通風此種交換損失自然變得非常大。光合作用率主要取決於作物與光量，通常原則為提供生長良好之作物在強光下，單位地板面積植物二氧化碳攝入率之最大合理估計值大約在0.5 lb/hr/1000 ft^2。

因為二氧化碳係經由葉片而被帶入植物體內，因此二氧化碳感測器在植物葉叢中之放置位置相當重要，通常最佳放置位置在從植物底部往上2/3高度處，而且二氧化碳應該被噴注在植物葉叢附近區域，而非植物上方之空間。重要的是不要放置二氧化碳感測器在二氧化碳釋放管線附近，通常每個溫室1個感測器已足以監測二氧化碳。

二氧化碳應該只在白天被添加，因為要利用它植物必須有光，而且當溫室關閉時二氧化碳噴注最有效，當通風扇正快速將空氣帶出溫室時，試著維持高二氧化碳濃度是不切實際而且沒有意義。冷而且晴朗的日子會是使用二氧化碳噴注之理想時間，以佛羅里達州為例，冬天溫度過於溫暖以致蔬菜生產溫室白天經常需要通風，也因此二氧化碳噴注通常並不重要，所以，佛羅里達州的種植者，尤其在佛羅里達半島者，必須仔細思考是否二氧化碳噴注會是有利。

溫室環境控制(Jones, 2008b)

大體而言，溫室環境控制包括溫室結構、相關設備與特徵化溫室作物生產之每日管理決定。典型溫室控制乃手動調整、定時事件與定溫調整作動等之混合，複雜操作則使用電腦，而電腦化環境控制讓整合溫室不同組件成有效率且獲利之系統成為可能。

一、作物環境反應特徵

商業化作物之種植應可預期，例如就聖誕紅栽培而言，完全瞭解日長與開花之關係是調整聖誕節市場供應之基本資訊。種植者完全理解適度控制日長以獲得顧客所要明亮紅葉之重要性，也知道溫度與作物成長之關係，觀葉作物在夏天需要9週以長成市場所需之大小，在冬天則需12週。大部分種植者知道提高溫室溫度可以加速成長速率，而灌溉頻度、施肥率與二氧化碳濃度也都會影響作物成長與發展。

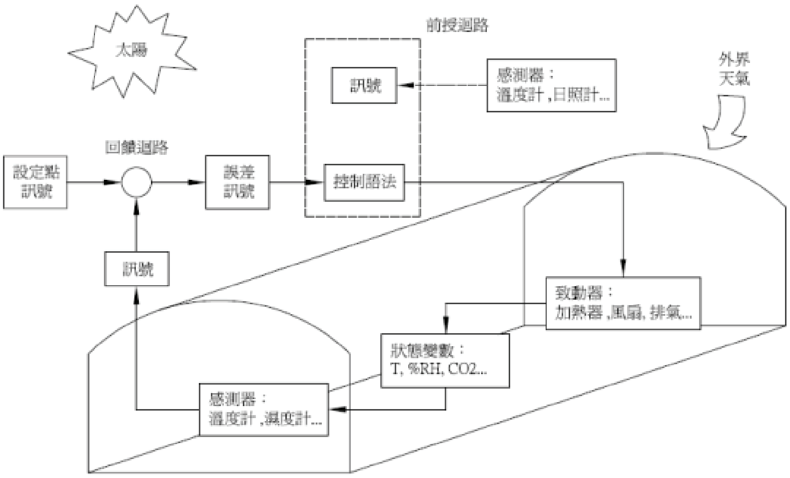
溫室操作之成功取決於一作又一作植物都對環境有一致性反應，在確認作物與其溫室環境之機制關係，種植者已愈來愈增加對自動控制系統之倚賴，因為其可提供一致且有利的環境狀況。例如，過去溫室作物之手動澆水是常見的工作，現在大部分種植者倚賴由定時器與電磁閥調節之自動灌溉系統，除了勞力節省之好處外，種植者已理解自動灌溉系統具有園藝上之優點，其讓調節灌溉事件之時序與種植者施用至其作物水量獲得精準度之提升。同樣方式，由自動調溫器至電子控制器之發展趨勢也已提供在調節加熱器、通風扇與水牆上靈活性之提升。而緊接的必然階段則是電腦溫室控制系統，其可連結並管理所有自動化控制子系統，一般而言，電腦控制策略比其他形式之控制器更加複雜，但其對加熱器、通風扇與其他控制設備更有效之操作卻提供種植者更準確之管理能力。另外，較不明顯的是電腦化控制系統可藉由提供溫室環境一致與詳實之資料，進而幫助種植者全管理策略之發展。

二、環境控制理論

圖五係溫室與其控制系統之示意圖，其中溫度、濕度與二氧化碳濃度係描述

溫室環境之主要**變數(variable)**，控制系統之目的乃在維持所關注變數使介於種植者所指定之極限中，為完成此一目的，控制系統必須對作用在溫室環境之**干擾**(例如陽光與外界氣候)有所回應，而所謂干擾就是發生在溫室內外且改變溫室內熱、水與二氧化碳平衡之過程。例如，太陽輻射或日光直接影響溫室之能量平衡與其結果溫度，而且太陽輻射因為其在光合作用之角色，也間接影響溫室之二氧化碳質量平衡(二氧化碳濃度)。

例如加熱器、風扇與通風之控制裝置或致動器也影響溫室系統熱與水之平衡，控制系統之目的乃在調節這些加熱器、風扇與其他控制裝置之輸入以抵消干擾，因而維持溫室系統在種植者所指定之環境狀況。控制系統經常使用回饋迴路(feedback loop)以調節致動器之操作，感測器監測每一可量測變數並產生該變數狀態之直接指標訊號，而控制器則從設定點訊號(所需設定)減掉所量測之訊號以製造一誤差訊號，其亦即所需之控制量，再由控制器使用這誤差訊號以驅動致動器。依據各特定裝置之不同，當量測值超過設定點時，控制器可能與誤差訊號成比率地改變設定或簡單地啟動或關閉某一設備。



圖五、電腦化環境控制系統示意圖(Jones, 2008b)
Fig. 5. A schematic representation of a computer-based environmental control system.

對所有控制系統而言，回饋設計是基本原則，甚至倚賴手動控制之種植者也遵從相同程序，當種植者檢查水銀玻璃溫度計(感測器)當溫室溫度(變數)之指標時，其心理上係比較所要(設定點)與現況(量測值)之差異(誤差)，依據誤差之方向(正負)與大小，種植者可調整致動器，比如當溫度變得太高時其可能啟動排風扇。相同地，雙金屬自動調溫器(bithermostat)以基本回饋原理運作，而複雜之電腦控制系統也是。

就某些控制問題，前授迴路(feedforward)可以改善控制決定，假如控制係基於回饋資訊，在控制器偵測到誤差並回應前，干擾之效果可能經由系統擴張而驅使變數遠離設定點，介於干擾產生與變數可量測改變形成之時間延遲，對緩慢過程而言其範圍可能從數分鐘變至數小時。前授迴路提供有關干擾(當其發生時)之資訊給控制器，假如控制器係以反映干擾之溫室系統進行程式設計，那麼它就能預期狀況之改變並在可量測改變真正發生前進行調整，種植者常常在手動控制中藉由確認趨勢並進行調整而使用前授控制技術，例如當天氣特別多雲時，謹慎的種植者預期到過度澆水之可能，於是調整其灌溉系統定時器。類似之前授方式，例如某些自動灌溉系統監測太陽光量，並以累積日光進行作物給水決定，由於電腦容易以描述溫室與作物及環境間交互作用之模式進行程式化設計，電腦控制器因此相當適合實行前授迴路控制。

三、感測器

所有溫室控制系統需要定義溫室環境之變數資訊，感測器提供此資訊。傳統上種植者就像一系統整合"感測器"般作動，其直接感覺其想要將作物生長與發展關聯之溫室狀況。為了輔助種植者對溫室環境之感覺，玻璃溫度計變成種植者通常使用以提供乾球溫度量化資訊之一種感測器，現在種植者有許多複雜之電子感測器可監測溫室狀況，並提供輸入資料供作自動進行愈來愈精微與有效之控制決定。許多溫室操作通常會連結至特定控制子系統，其可量測乾球溫度(熱敏電阻thermistors溫度計)、濕球溫度(空氣濕度計psychrometers)與光位準(日照計pyranometers)之電子感測器。其他感測器包括肥灌系統使用之電導度(EC)與pH探針、二氧化碳噴注系統使用之氣體分析器，以及使用以控制排氣位置之風速與風向感測器。在大部分的溫室中，感測器直接連結至例如風扇與水牆操作之特定控制操作，感測器常常只是控制子系統的一部份或可能以手動裝置進行區域或診斷性量測，因此，種植者並不紀錄感測器資料。

四、控制子系統

圖五電腦化環境控制系統中之其他基本組件乃致動器或自動控制子系統，一但電腦評估感測器資料並作一控制決定，必須有一電腦裝置以執行此決定。近年來商業溫室中通常使用之控制裝置，其數目與複雜性已穩定增加，在冷卻系統方面，水牆、高壓噴霧系統以及自動遮蔭網乃排氣裝置與通風扇外可用之創新。在歐洲經常使用之其他控制子系統也逐漸流行起來，其中肥料噴注系統相當普遍，有些種植者也已安裝起二氧化碳噴注設備，而水平氣流風扇或聚乙烯膠管系統也被用以於通風扇不作動時，混合溫室空氣以製造較均勻之環境。

所有這些子系統係與電腦控制相容，經由電腦連結這些組件子系統，一組感測器可以調節所有設備，更重要的是每一控制組件並非各自隔絕，而是與其他系

統中設備協調運作，例如，當通風扇作動時，就不會有二氧化碳噴注作業。

五、資料擷取

除了警報、較有效之設備控制與靈活性以外，電腦控制之最重要優點乃電腦可充當資料擷取系統之次要角色。擁有資料之優點可佛羅里達州Apopka農戶加熱系統之經驗明顯看出，該地農戶冷卻玫瑰作物以減緩玫瑰葉芽發展之策略間接地也說明資料擷取之好處，該案例中當種植者第一次試著操控玫瑰時，顯然並沒獲得準確之溫度，然而當季節改變，因應日均溫與累積光量之改變該策略可能需要調整，這時電腦中可靠資料之即時可得性提供玫瑰種植者所需要用以迅速確認其作物反應樣式之資料。在基本層次上，電腦控制系統之資料可訓練種植者有關他們溫室內真正之每日環境樣式，一但種植者熟悉系統所提供之資料，他們在電腦相關應用上會變得非常複雜並因而獲利。

六、來之控制系統

若干電腦控制系統趨勢值得思索，目前商業化發展之最夯產品乃分散式系統(distributed systems)，其乃指處理(計算)並非集中在一單獨電腦，替代地有許多獨立可程式控制器(子處理器)位於它們控制的溫室單元。每一子處理器具有與中央監測電腦(主處理器)之串列連接，子處理器操縱資料擷取與真正控制，而主處理器則儲存與顯示由子處理器傳送而來之資料，主處理器可下傳設定值與其他控制參數至任一連結之子處理器。

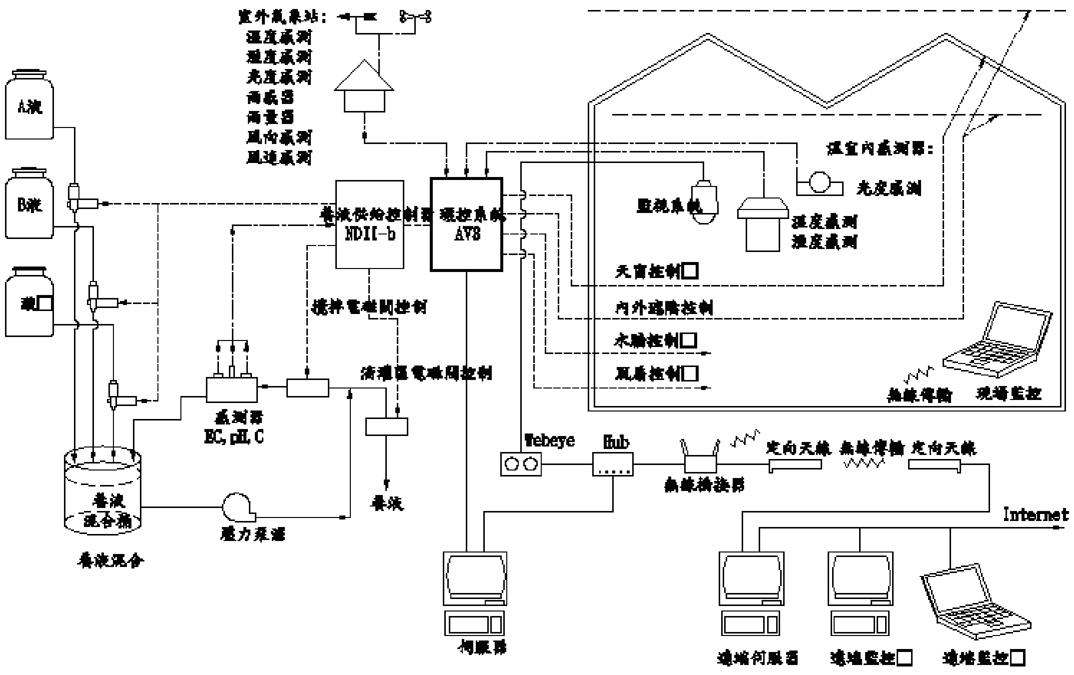
電腦愈來愈便宜與愈有效，性能增強之商用電腦結合中央資料擷取更提供溫室控制之新可能，其中自適控制(adaptive controls)概念乃經應用於工業控制問題之成功構想，本質上主電腦藉由檢查其所獲得資料進一步評估控制之品質，假如任一控制變數開始變動並比以往表現之預期更多，那麼系統將重新評估適當之控制常數、產生新數值，並將其下傳至子處理器。

這些系統之主要好處在於其可提供種植者相關於外面狀況之溫室狀況資料與控制子系統之操作特徵，這些資料給予種植者微調其生產系統所需之靈活性與資料，其底線在於得以利用由微調控制系統所維持一致、有效管理且自動控制之環境，持續生產高品質作物。

七、合無線區域網路與即時視訊之溫室數位環控肥灌系統(蔡等，2003)-國內環境控制實例

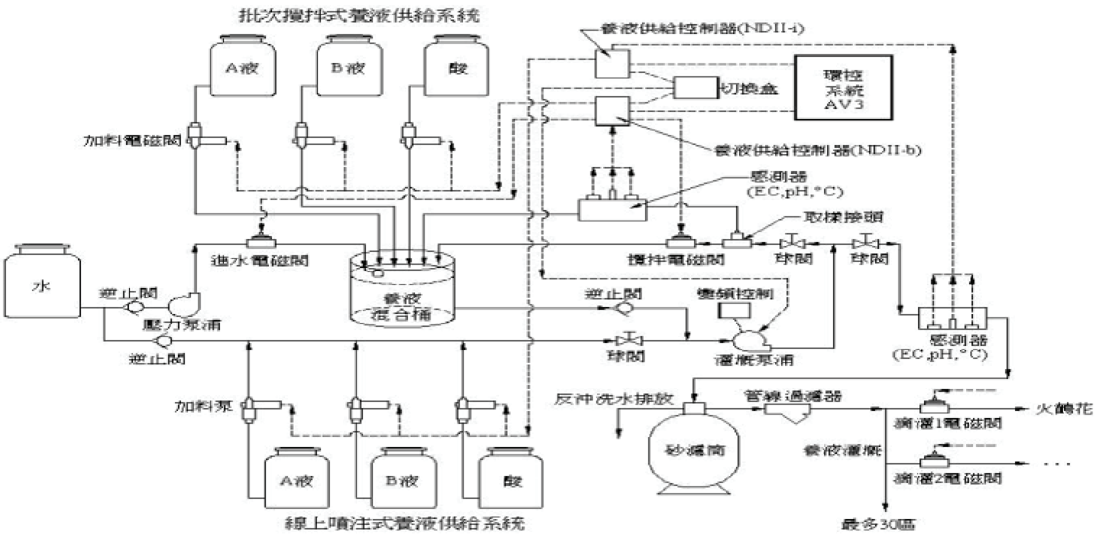
溫室結構與環控系統經國內專家學者多年來的努力研究，目前溫室內以風扇水牆降溫之應用最為普及，儘管已有使用環境電腦系統控制溫度、溼度及日照之成功案例，惟肥灌控制並未同步提升。因應未來農業朝精緻精準方向發展之趨勢，國內高經濟作物優勢生產勢需朝此方向提升，蔡等(2003)著眼於建立基本實

用之環境感知控制與自動化作業系統，並遂行遠端監控以及栽培期間完整資訊之收集與累積，曾建立整合無線區域網路與即時視訊之溫室數位環控肥灌系統一套，將肥灌離地栽培技術、環控整合策略、遠端監控技術、即時視訊應用與資訊管理等，整合應用在火鶴花溫室栽培試驗中，其除延展並擴大有線網路基本服務至溫室試驗區外，並結合即時視訊與遠端遙控技術，使溫室部份管理達到「操作者坐臥家中，溫室狀況與控制盡在彈指之間」之境界，可謂先進更具方便性之溫室管理模式。圖六與圖七分別顯示該系統與其養液供給控制系統之示意圖。圖八與圖九分別顯示其溫濕度與肥灌控制紀錄。而利用該系統針對不同介質對火鶴切花生產之影響試驗顯示，介質（泥炭：珍珠石）為（3：1）者表現較佳，無論產量與品質皆是，平均每株年產量達11枝，花梗長度59cm，花苞大小16.9*12.7cm，已經達到高水準栽培之要求。



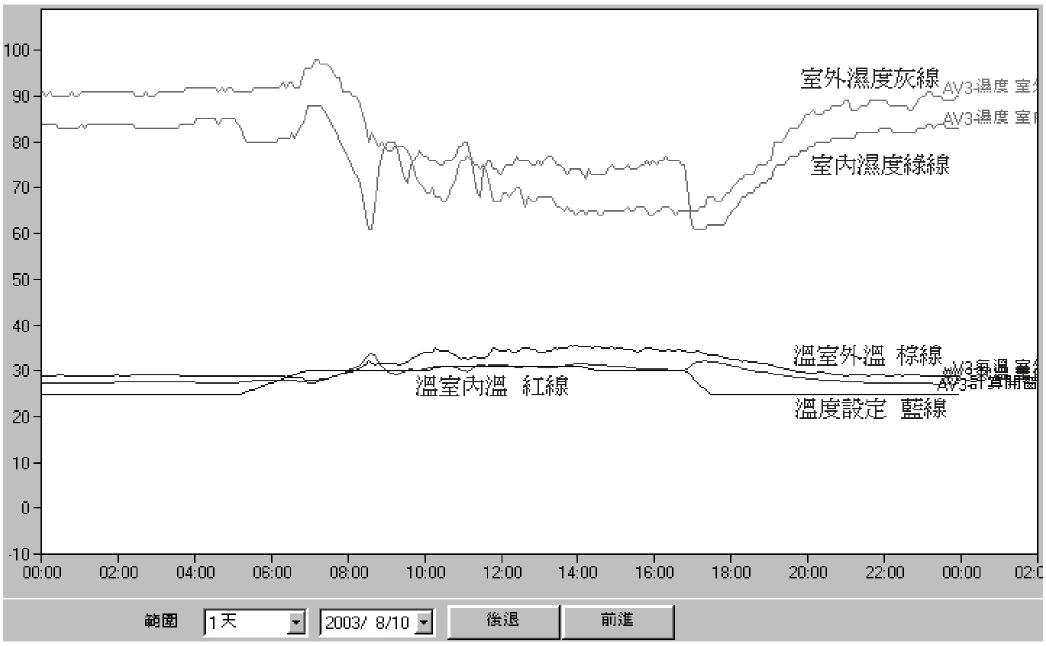
圖六、合無線區域網路與即時視訊溫室數位環控肥灌控制系統示意圖

Fig. 6 Sketch of the digital environment control and fertigation system integrated with wireless LAN and real time video images



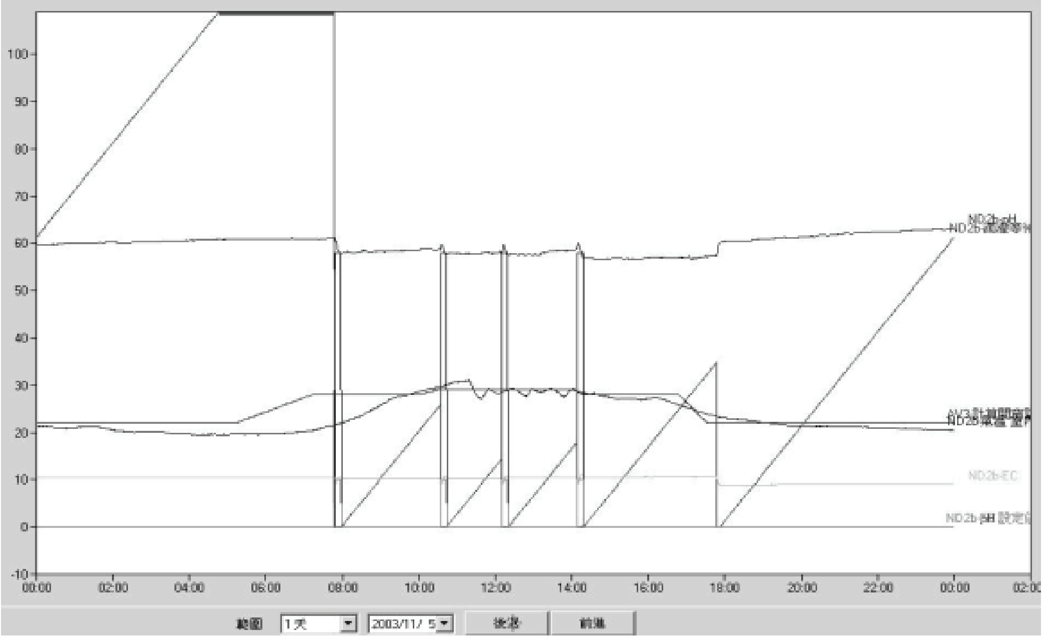
圖七、液供給控制系統示意圖

Fig. 7. etch of fertigation control system



圖八、季四時段溫室溫溼度控制結果

Fig.8. ntrol results of greenhouse temperature and humidity during four time stages in summer day



圖九、DIIb於92.11.5日之肥灌控制情形

Fig. 9. rtigation control case of NDIIb on Nov. 5, 2003

環境控制系統基於植物健康管理之考量

一、一般植物生理觀點(Hochmuth, 2008)

獲利性溫室生產取決於牽涉植物生長化學過程之複雜系統，靠著最佳溫室與栽培管理系統，種植者希望最大化植物生長效率，並因而有高品質產品之高產量

產生。光合作用(Photosynthesis)係植物利用輻射能源、二氧化碳與水以形成糖與氧的過程，此種基本過程發生在所謂葉綠粒(chloroplasts)之特殊葉細胞結構，而綠色色素之葉綠素(Chlorophyll)則吸收光能量而啟始此過程。光合作用係植物生長良好與高產量之關鍵，假如光合作用因低光、高濕度(氣孔關閉、氣體交換減少)或水緊迫狀況而減少，那麼糖的生成將減少，而果實品質、儲架壽命與大小也都將縮減。由於光合作用在植物生長中居緊要角色，通常光減少1%會轉化成產量1%之減少。通常光合作用受光強度、空氣中二氧化碳含量、空氣溫度、空氣濕度與水供應影響。

（一）光

由外界地形與樹木、溫室結構本身或溫室中較高植物而來的遮蔽可能顯著地減少到達作物之光量，溫室與溫室中植物行向應儘量以南北座向設

計，以便光可均勻分布至每棵作物，也些人使用白色地板覆蓋或漆以反射光回至作物。儘管有跡象顯示箔片有傾向困惑昆蟲而稍微降低蟲害，通常白漆比金屬或箔片更具反射性。

遮蔭對減少光量真正有效，因為其藉由減少到達植物輻射能源之量而降低植物葉叢溫度。在較長時期多雲天氣時，番茄葉片因含糖變低而可能顯得無光澤與變薄，此時過量的氮反而有害。有些種植者喜好幫番茄遮蔭，但也有人不這麼做，理論上遮蔭會減低光合作用，也因此減低總產量，然而在控制性研究中並非總是如此，事實上，某些使用30%遮網之研究總產量反而提升。夏天晴朗日子種植者對溫室遮蔭30至40%不會犧牲植物成長，因為減低後之陽光仍在光合作用所需之光飽和點以上。遮蔭可提升水果品質，因為水果上直接之日光可能造成黃或綠肩(shoulder)、破裂與鏽斑粗皮(russeting)現象，而老葉可替代性地被留著以遮蔽個別果串。在高夏季溫度與溼度區域，為保持溫度於合理範圍內遮蔭可能是必須的。然而，遮蔭與否之決定完全取決於溫室的位置、作物品種、季節以及種植者運用之整體管理系統。

光合作用率大略與溫室內光強度成正比，直至大約三分之一至二分之一全日光。就歷史事實而言，溫室產業傳統上以呎燭光(f.c., foot-candles)與流明(lumens)量測光，呎燭光係表面上接收到的光量，而流明則是光源放射光的量測。自然太陽光與人工光源落在作物上係以呎燭光量測，而由例如太陽與電燈等光源放射的光則以流明計量。在佛羅里達晴朗的夏天全日光可達10,000 f.c.，而冬天只有6,000 f.c. (有些地方則低至500 f.c.)，舒適閱讀須20 f.c.，而滿月的月光則低於1 f.c.。當沒有陽光時，從冷白光、高輸出螢光燈或高強度釋放鈉汽燈等輔助性人工光源對作物有益，但其非完整替代，輔助性人工光源的強度在作物表面應該達800至1,000 f.c.。除了種苗生產外，對蔬菜作物而言，輔助性人工光源通常不符經濟，然而就後院或嗜好栽培而言，在冬天月份全光譜光源藉由增加日長至18小時對提高產量是有效的。

現在植物學家主要關注在負責光合作用部份之光源，此光譜介於400至700 奈米，通常稱為光合作用有效輻射(Photosynthetically Active Radiation, PAR)，在此PAR範圍的光通常以光合作用光子通量(Photosynthetic Photon Flux, PPF)進行量測，並以μmol/m^2/s表示。而以mol/m^{2}表示每日總PPF值已經證實與當日總光合作用相關。在美國西南區域，冬天的光量讀值比像紐約與俄亥俄州等北部區域高3倍，這也是為何美國溫室番茄產業在亞利桑那與周邊州快速成長的主要原因。

（二）二氧化碳

空氣中二氧化碳之濃度影響光合作用之速率，典型的戶外空氣二氧化碳濃度大約350 ppm，研究顯示只要光與溫度等在最佳狀況，藉由增加二氧化碳濃度至800或1,000 ppm可增加植物之生長與產量。二氧化碳可藉由從鋼瓶噴注二氧化碳氣体或於特殊燃燒器中燃燒天然氣或丙烷而被導入溫室，然而欲從添加二氧化碳獲得好處，其噴注必須於白天光亮期間完成，而且通風系統必須關閉。因此，二氧化碳噴注作業是否有益國內溫室栽培者仍值得探討。

（三）空氣溫度

溫度係影響生長過程之另一因子，當溫度從幾近凍結增加至大約37.8℃，酵素過程速度增加，試驗室試驗顯示溫度每增加10℃光合作用幾乎雙倍成長。白天與夜晚溫度都影響作物活力、葉片尺寸、葉片擴張率與果實成長時間。低夜溫情況下，葉片成長速度緩慢而且幼小作物之葉片尺寸減小。日夜溫度必須仔細監測，就大部分園藝作物而言，儘管許多新品種可以以較少日夜溫差而表現良好，通常的基本原則乃夜溫大約比日溫低5.5° C。例如番茄日溫必需介於21°至26° C而夜溫則在16°至18.5° C。就種苗而言，日夜溫度必須維持固定，大約在20°至22° C，隨後移植前調整作物使適應每天的溫度。超過30° C至35° C的高溫會對作物造成成長抑制甚至死亡等各種不同傷害，熱傷害的生理本質被認為牽涉植物細胞某些蛋白質成分的變性作用(denaturation)，這種高溫也會造成果實發育不全。低於最佳之溫度也會改變植物新陳代謝系統以減緩成長，並阻礙著果。

噴霧降溫系統可說是風扇水牆蒸發冷卻外之另類選擇，其倚賴無任何溶解鹽且完全乾淨之水以避免噴嘴堵塞，就像風扇水牆冷卻系統一樣，噴霧降溫系統只在低濕度環境真正有效。

嗜好栽培用溫室內溫度可以溫度計容易地量測高低溫，溫室內應放置多個溫度計，而且彼此校正，並與優質溫度計每年校正兩次。較大商業規模操作中，電腦控制系統相當普遍，此種系統可提供溫度、濕度、灌溉與肥灌、二氧化碳、光與遮蔭程度之完全整合控制。

（四）空氣濕度

為了讓作物活躍地成長，其必須被允許於光合作用期間自由地蒸散(transpire)，這意味著須有很多可用水、低至中等濕度，以及好的空氣循環。濕度藉由控制蒸發、離子抽運(ion pumping)，以及氣孔開閉，進而影響鈣的攝取與荷爾蒙的分布。高濕度結合低空氣運動會減少蒸發冷卻，並可能導致植物熱的過負載。

人們傾向以相對濕度思考濕度，其乃空氣中水蒸汽量與空氣在當下溫度所可持有之水蒸汽量比值，並以百分率表示。然而植物卻以水蒸汽壓差(vapor pressure deficit, VPD)感知濕度，VPD係空氣中水蒸汽壓力與葉片內水蒸汽壓力之差異。水藉由擴散從根部經過植物從葉片以蒸發水汽形式而排出，因而促成植物之往上抽運(pumped up)，其乃當水蒸汽從葉片內較高壓力處移動至周圍空氣之較低壓力處。低VPD(高相對濕度，大於90%)常是營養缺乏症狀的原因，例如花末端腐爛(blossom end rot)係缺乏鈣，因為植物無法蒸散，因此不能吸水或營養進入根部。而高VPD(低相對濕度，小於50%)也會導致相同症狀，因為水與營養被抽運過快經過植物，而將養份離子沉積在葉片中而不是恰當地沉積在果實中。

溫室濕度可以吊掛式空氣濕度計(psychrometer)量測，其他設備像濕度調節器(humidistat)可準確量測相對溼度至4%範圍內。大部份植物在相對溼度介於55至95%間可適當運作，其對應1.0 至 0.2 kPa的VPD值。對於番茄而言，理想的濕度夜間應該介於65 與 75%之間，而白天應該介於80與90%之間。低VPD(高相對濕度)下，葉片尺寸減小，花與果實發育不全顯著增加，因此番茄產量與果實品質較低。而番茄果實之玻璃質(Glassiness)與金色斑點(gold fleck)也可歸因於高空氣濕度。

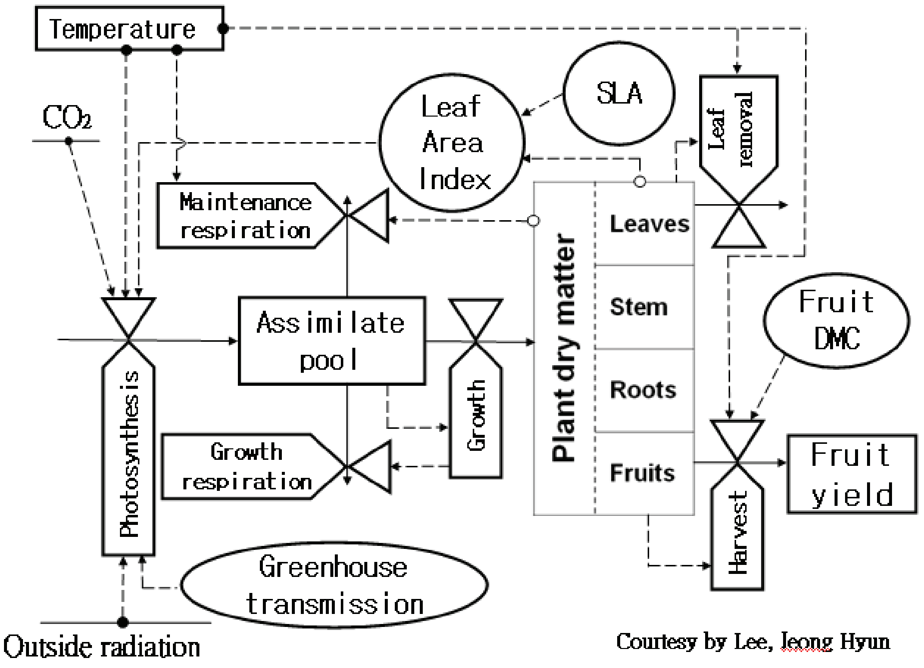
噴霧系統(misting and fogging systems)常被栽培者使用以增加濕度並降低溫度，然而倘不正當使用這些系統可能大量地增加黴菌(mildews)與植物病害的發生，更別提會腐蝕溫室之金屬結構。

（五）水供應

對植物之水供應也會影響光合作用速率，因為乾旱緊迫(drought stress)會造成葉片氣孔關閉，然而氣孔係光合作用所需二氧化碳進入植物之通道，因此凋萎之植物其生長速率將降至幾近於零。其他像營養缺乏、疾病與昆蟲也可能減低光合作用，營養缺乏會損害健康的葉片以及其製造葉綠素之能力，而有病之植體與昆蟲則減少進行光合作用健康葉面積之數量。

二、管理光合作用與呼吸作用並藉助環控技術進行作物控制

Kim (2009)與Lee(2009)指出溫室環境因子彼此互相影響，而其限制因子總因溫室狀況而不同，其強調必須注意植物生理並藉助環控技術以進行作物控制，其概念(如圖十所示)與一般只注重環境控制更勝一籌，值得效法並付之實際應用。



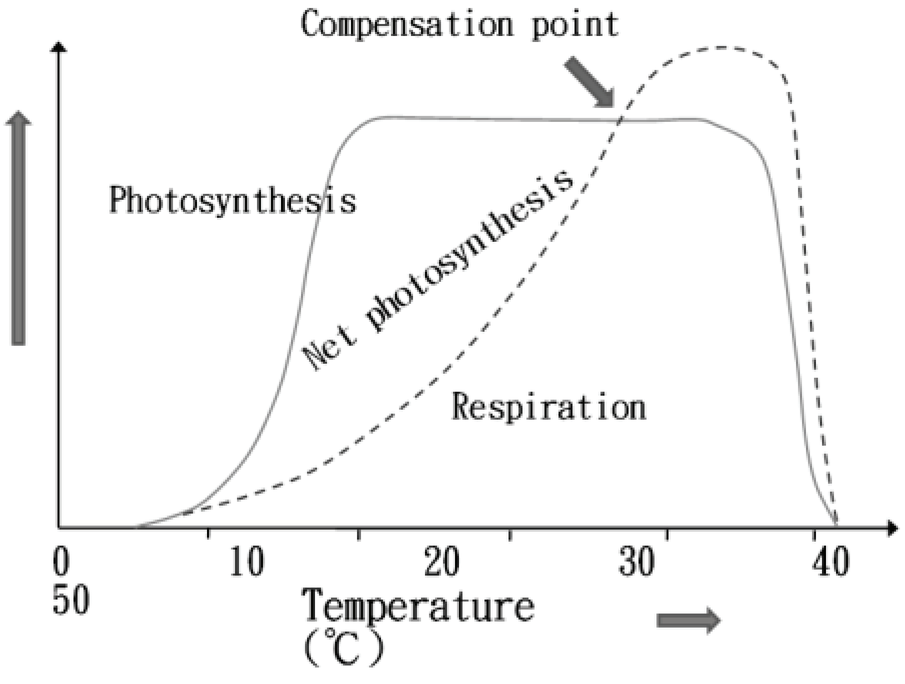
圖十、環境與作物之關係(Kim, 2009)
Fig. 10. Relation between environment and crop

溫室管理之主要目的在於維持植物光合作用之正常運作，幾乎所有溫室操作都與最佳化溫室環境以便提升植物生長速率有關。就植物生理而言，溫室內過程包括生長(growth)與蒸發散(transpiration)。生長可由乾物增加與作物進化兩方面來看。乾物增加牽涉光合作用與呼吸作用，以及同化轉換(transport of assimilate)效應，而作物進化牽涉細胞分裂(division)、細胞增長(elongation)、植物性(vegetative)或生殖性(generative)細胞變異(differentiation)，以及作物形狀等方面。光合作用將從太陽而來之能源固定，其產物在植物葉片中進行許多轉換以製造植物生長與果實生產所必須之成分，這些成分包括糖、胺基酸、蛋白質、澱粉、酵素、能量成分、纖維素、脂質(lipids)與核質酸(nucleic acids)等，其主要成分(碳水化合物(糖))會被轉換成乾物儲存在葉片、果實與球莖等地方。建構過程(光合作用)之產物可被使用於降解過程(呼吸作用)，亦即呼吸作用會消耗碳水化合物(釋放乾物之能量)，以供根、梗與葉之生長，以及傳輸水與養份，並在作物葉片中形成粒腺體(mitochondria) ，而粒腺體則會製造能量並將其應用於細胞反應中以同化成分進入細胞壁與細胞組成。光合作用僅在白天，而且僅在有綠葉(葉綠素)之地上部發生，呼吸作用日夜都進行並在作物各部分發生。

就像光合作用一樣，呼吸作用速率受許多因子影響，例如溫度、水分、植物損傷、植物組織之年齡、二氧化碳濃度與可用食物(光合物photosynthate)之數量

等。當溫度增加時，呼吸作用速率增加。呼吸作用於白天與晚上發生，種植者通常想要管理夜間溫度以便最小化過剩之呼吸作用。植物受傷會增加呼吸作用以便提供癒合傷口之物質，因此，種植者必須最小化相關作業(例如修剪、收穫與葉片之去除)之植物損傷。

光合作用與呼吸作用一起運作以形成植物之新陳代謝，其本質似乎相反，因為光合作用使用水與二氧化碳產生糖與氧，而呼吸作用則使用糖與氧以產生水與二氧化碳。溫室種植者之挑戰在於管理溫室環境並提供最佳栽培狀況，以導致新陳代謝之適當平衡進而促成高產量與高品質果實。倘能針對特定作物光合作用與呼吸作用之關係(如圖11)進行深入探究並建立最佳模式，則基於光合作用與呼吸作用管理之作物生產控制指日可待。一般而言，評估作物逆境狀態可能比評估作物總性能較容易成功，但是根基於生物資訊之控制系統將有益於最佳化先進控制系統之實踐。



圖十一、光合作用與呼吸作用之關係(Kim, 2009)
Fig. 11. Relationship between photosynthesis and respiration

結 論

栽培環境調控牽涉範圍廣泛，一般以溫室內生產較容易實際運作，大體而言，溫室環境控制包括溫室結構、相關設備與特徵化溫室作物生產之每日管理決

定。而植物健康管理所揭示「經由揣摩植物本身與週遭之生物、物理與化學條件等相關性，藉人為技術之修飾」之意涵，實是溫室環境最佳化管理長期以來追求與努力之目標。本文除整理改寫佛羅里達溫室蔬菜生產手冊中有關溫室環境考量、溫室環境控制與植物生理之基本內涵與觀念，提供讀者全盤理解，俾利未來植物健康管理實踐參考外，亦說明「整合無線區域網路與即時視訊之溫室數位環控肥灌系統」之國內環境控制實例。最後並強調「管理光合作用與呼吸作用並藉助環控技術進行作物控制」之理念與努力方向，冀望將植物健康管理概念融入現代化環境控制系統，以進一步形塑根基於生物資訊之最佳化先進控制技術。

引用文獻

林信山、柯南靖、郭聰欽。2005。植物健康管理在有機農業作物栽培之應用。有機農業經營管理研討會專刊：27~44。

蔡致榮、徐武煥、向為民、梁連勝、陸龍虎、張庚鵬、盛中德、謝廣文、黃益裕。2003。整合無線區域網路與即時視訊之溫室數位環控肥灌系統。2003資訊科技在農業之應用研討會論文專刊。第210 -215頁。

Hochmuth, G. J. 2008. General Aspects of Plant Growth - Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook. HS784, one of a series of the Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

Jones, P.H. 2008a. Greenhouse Environmental Design Considerations - Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook. HS778, one of a series of the Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

Jones, P.H. 2008b. Environmental Controls - Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook. HS779, one of a series of the Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

Kim, Y. S. 2009. Environmental Factors in Greenhouse. Resource presentation at the Multicountry Observational Study Mission on Advanced Technologies for Greenhouse Farming held in Seoul, Republic of Korea.

Lee, J. H. 2009. Environmental control methods and system in greenhouse. Resource presentation at the Multicountry Observational Study Mission on Advanced Technologies for Greenhouse Farming held in Seoul, Republic of Korea.

Control of Cultivation Environment and Plant Health Management

Jyh-Rong Tsay[1]

Abstract

The scope involved with control of cultivation environment is quite broad, and it is more easily implemented in greenhouse production. Environmental control includes the greenhouse structure, related equipment, and the day-to-day management decisions that characterize greenhouse crop production. The definition of “Plant Health Management” partly depicted by“…through fathoming the relationship of biological, physical, and chemical conditions between the plant itself and its environment as well as modifying by means of artificial technology…” is really the long-term pursued and dedicated goal of optimization management of greenhouse environment. In addition to rewriting the fundamental contents and concepts pertaining to greenhouse environmental design considerations, environmental controls and plant physiology, which are discussed in Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook, this paper also explains a practical example of environment control in Taiwan. At last, a philosophy deserved to endeavoring in the future is posed to facilitate the “Crop Control” by managing photosynthesis and respiration with environmental controls. It is expected that, by combining the concept of plant health management into modern environmental control systems, an advanced optimization control technology based on biological information could be further set up.

Key words: Environment control, Plant health management, Crop control

[1] Agricultural Engineer & Director, Department of Agricultural Engineering, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC

營養調控與植物健康管理

張庚鵬[1]

以最佳的營養調控技術栽培出生育健康的作物常是達成高產量、安全、高品質目的的栽培手法。精緻的營養調控技術與植物健康管理的相關主要顯現於下列所舉四方面：

一、解決作物營養障礙

作物的種類、品種繁多，所栽種的土壤理化性質不同，生育期間遭逢的氣候條件亦異，在特定條件下，常有營養缺乏或過量的情形發生。如何適時使用最低成本、最高效率肥培管理技術進行防治，正是營養調控的技術入門。

二、抵抗逆境

作物生育期間，偶爾會遭逢逆境侵襲，如颱風、寒流、連續陰雨等。此時若能在肥培管理工作上適時調整，常能較順利帶領作物渡過生育逆境難關。

三、特殊需求

不同作物的生育特性各異，以生產栽培者的角度而言，達成最大經濟、產值為最高需求。為求此一目標，作物某些生育階段可藉由營養調控方法達成較高生產效能。例如果樹著果後期，常將鉀氮比大幅調高以求較高之果實品質等。

四、有效預防病蟲危害

生育健壯的作物，對病蟲危害或逆境忍受能力較強。尤其在某些惡劣生育條件下，若能以營養調控出較厚實健壯的葉片，較健壯的植株，可有效降低病蟲的危害程度和抵禦生育逆境，進而能爭取有效治療的時間。

[1] 行政院農委會農業試驗所 農化組

作物之生長調控

陳宗禮[1]

摘　要

栽培作物的目的是為了滿足人類的需求，其最終目標在於生產能廣為消費者所接受的高品質農產品，生產者從中可以獲取最高的利益。作物的產能受作物本身、生長的土壤環境、氣候環境、栽培者的管理技術、社經因子以及各因素之交互作用決定。土壤的物理、化學及生物特性可直接或間接影響到根系的生長發育、水分吸收、養分吸收，進而影響到作物的產量與品質。植物根部吸收養分是一種變動複雜的過程，養分的吸收主要取決於根表面無機養分的濃度、根本身的吸收能力以及植物對無機養分的需求量。養分可透過質流、擴散作用及根截取被吸收到根部。溫度與光線是環境因子中決定作物生長發育最重要且關鍵的因子，溫度決定代謝速率，影響一般的生理作用，因此每一種作物皆有最適當的生長溫度，不適當的溫度降低生長及代謝活性。光線不僅直接影響光合作用，導致作物生產力不同，同時也調節作物的生長發育，改變形態及影響開花，溫度與光線交互作用影響作物的生長。由於作物的生長發育受環境因子調控，作物會因應環境的變化產生適應性改變，減少逆境傷害。作物的生長是透過土壤、環境、植物與人交互作用所產生的結果，要得到最佳產能必需評估量化各項因子及其交互作用的影響程度，因此透過調控栽培環境、改變作物的生理特性、採用改良的栽培技術與品種，可營造適合作物生長的環境，達到高產的目標。

關鍵詞：作物生長、養分吸收、環境影響因子、逆境適應反應

前　言

發育是指建立一個生物體的過程，一般所指的發育包括生長與分化兩種過程，所以植物的發育是指植物建立根、莖、葉、花、果實、種子的過程中所有發生事件的總合結果，研究植物生長發育時，我們不僅描述有哪些變化產生，更重要的是我們會去分析產生這些變化的過程，了解其作用和機制以便應用於控制管理植物的生長發育。例如我們會去探索植物如何生長，哪些因子會影響生長，生長現象如何精確地量測，不同器官組織在生長過程相互的依存關係，了解這些植物生長發育的基本知識後，進一步發展有效管理與控制植物的生長與發育，以達

[1] 國立中興大學農藝學系

到我們栽培作物的目標。以花卉植物而言，我們會探討植物如何形成花，哪些因子控制花的形成，如何調節與控制花芽形成以達到我們栽培花卉植物的目的。

栽培作物的主要目的是為了滿足人類的需求，其最終目標在於生產能廣為消費者所接受的高品質農產品，生產者從中可以獲取最高的利益。為了確保所栽培的作物生長健壯，展現其應有的產量與品質，甚至於激發其最大生產潛能，達到最佳的投資報酬率，針對我們所栽培的作物必須設計與發展一套精準的標準作業流程，其方法就是建立一套作物整合管理系統，營造最適合作物生長的物理性、化學性以及生物性環境。作物生長受作物本身、生長的土壤環境、氣候環境以及栽培者的管理技術決定，近年來透過選用改良的品種、合宜的土壤水分與營養管理、精確有效地病蟲草害綜合管理以及改良的栽培技術，這些都是在栽培生產過程中人為可以調節控制的技術因子；在集約的農業栽培系統中，有時也透過調節環境因子，如溫度及光的控制，營造更適合作物生產的環境，由於人為管理技術的改善，使得現代農業的生產效率提高，產品品質明顯提升。

根系生長與營養吸收

植物體是由根、莖、葉、花、果實、種子等器官所組成的個體，其中根為分布在地下的器官，其他器官則分布在地上部。根生長的環境為土壤介質，提供最適當最好的培養基是保證作物生長健康的基礎。土壤環境的優劣由土壤的物理特性、化學特性以及生物特性決定，土壤環境的好壞可直接或間接影響到根系的生長發育、水分吸收、養分吸收，進而影響到作物的產量與品質。

一、作物根系的功能

分布在土壤介質中的根系最主要功能為吸收水分以及吸收截取存在土壤粒子與土壤溶液中的無機養分，葉片雖然亦具有吸收水分及無機養分的能力，但其效率與吸收量並不如根來的重要。根系分布在土壤中，具有固著地上部的功用，可支持地上莖部直立。有些作物的根可以儲藏高量的有機產物，提供人類主要利用的原料；根系普遍具有生合成能力，可以合成一些植物生長調節劑，運移至地上部後，可影響地上部器官的生長與分化；另外有些作物的根可以做為繁殖及傳播的器官。

二、作物根系的生長

作物根系是指根的全部，原始的根系存在種子內部的幼根，具有根尖頂端分生組織，其上依序為根的延長區、分化區及成熟區，根毛及側根主要在延長區之後的位置產生，根毛由根表皮細胞形成，側根則由分化成熟的維管束周鞘形成，側根的生長與分化決定根系的分布與大小。作物根系的大小與分佈主要受作物種

類不同的遺傳控制，當然土壤環境的物理、化學及生物特性亦影響根系的生長發育。土壤物理特性包括土壤質地、構造、組成粒子的內聚力、附著力、土壤孔隙度、土壤密度及土壤顏色等，土壤的物理特性不同影響土壤的化學組成、pH 值、陽離子交換能力、氧化還原狀態、通氣性、土溫、土壤保水能力、水的傳導度等化學特性，兩者同時影響根圈環境的細菌、放射菌及真菌等生物的生長。根系就在這樣的環境下進行水分及無機養分的吸收。

三、土壤-植物的無機養分的流動

土壤與植物體的系統中無機養分的流動係植物根部、土壤微生物相、化學反應以及移動途徑交互作用的動態結果。一般植物吸收無機養分主要取決於根表面無機養分的濃度、根本身的吸收能力以及植物對無機養分的需求量。在這個動態系列過程中，首先附著在土壤粒子表面的無機離子必須交換至土壤溶液中，以達到無機養分能持續供應；接著含無機離子的溶液必須能順利地移動到根表面，由根部細胞吸收；吸收進入根部細胞的無機養分由胞外及胞內途徑進入根部中柱，經由維管束系統運送到植物體的其他部位，提供細胞進行各種不同的代謝反應與利用。其中無機養分由土壤轉移至植物所牽涉的過程及影響因子如表一。

表一、養分由土壤轉移至植物的過程及影響因子
Table 1. Processes and factors involved in nutrient transfer from soil to plant.

過程(Process)	影響因子(Factors)
根系的發育	根長、根系分布、根形態、半徑及根毛
養分吸收	根表面養分濃度、吸收的動力學
土壤移動到根部	蒸散作用、濃度差
根部的釋放作用	土壤溶液的消耗、根分泌物、土壤化學組成、pH 值、酵素
伴生生物的釋放作用	菌根的感染、細菌

植物要吸收足夠的無機養分除了供給足夠的營養礦物元素以提高土壤溶液離子濃度外，也牽涉到植物根系的發育，根與土壤粒子及土壤水溶液接觸的面積愈大，表示吸收無機養分的面積愈大，然後經由養分吸收動力學決定吸收的速率，根吸收的養分可透過質流、擴散作用及根截取，從根表面吸收到細胞內，若吸收運送途徑屬於胞內途徑，須經由膜上攜帶蛋白、通道蛋白或運轉蛋白進行主動或被動吸收。由於無機養分主要溶解在土壤水溶液中以供根部吸收，因此水分必須控制在根可吸收的有效水範圍內，存在土壤中可供根部吸收的有效水介於田間容水量(-0.005 ~ -0.03 MPa) 至永久萎凋點 (-1.5 ~ -2.0 MPa)之間，由此可見植

物的營養管理必須密切配合水分管理才可以達到目標。

四、根系生長的調控

植物的生長發育受溫度、光照、水分及無機養分的供給等因子影響，植物在過量或缺乏的無機養分環境中，其生長與發育會隨著調整以適應養分供給條件的變化，這些調節與改變是透過養分的分配、器官的形態發育、生理及代謝的調整來達成。Hermans et al. (2006) 以阿拉伯芥為材料，置於缺氮、缺磷、缺鉀或缺鎂的培養機中調查生長 6 週的阿拉伯芥植株地上部及地下部鮮重，結果顯示缺氮或缺磷的植株，根莖比明顯提高，而且缺氮或缺磷的地上部葉累積較多的澱粉及醣類，缺鉀或缺鎂的植株根莖比並沒有明顯增加，但地上部新葉的醣類、澱粉也有累積的現象。植物在缺氮、缺磷條件下，因為運送至根部的醣類增加，除提供較多的碳水化合物供根部生長外，蔗糖因具有促進細胞分化及成熟作用，六碳糖則有利於細胞分裂及伸長，再加上改變生長素及細胞分裂素的配置，有效促進根長、根半徑及側根形成與發育，因此根系大小明顯提高。植物在無機養分缺乏的情況下，可透過自身基因表現、代謝生理變化及養分的分配調整，改變根系的生長發育，以適應養分缺乏的環境。

莖葉的生長

莖葉是組成植物個體地上部的主要器官，莖葉生長的週遭環境為大氣環境，因此生長環境的氣象因子，如溫度、光線直接影響莖葉的生長發育。莖部主要除了提供葉片分布著生的主稈外，也做為葉部所形成的同化產物運輸到根部，以及根部運送無機養份到地上部的通道。至於葉片則為植物體最主要的同化器官，植物自營生長所產生的有機化合物絕大部分在葉片形成，為植物個體的供源器官。莖葉生長發育除受生長環境之氣象因子影響外，也受到地下根部無機養分及水分吸收供應的影響。

一、環境與莖葉生長

作物栽培環境優劣決定個體生長發育是否正常，生長環境因子包括氣象因子如溫度、光線、水分和土壤環境因子如土壤物理、化學及生物特性，環境因子決定作物的生長與產量表現。莖葉生長是否正常健康可由形態發育表現判斷，更精確地可以經由植株養分狀態分析判斷，若根部土壤環境管理得宜，根部吸收的水分、無機養分足夠，則可以供應莖葉正常生長發育的需求。在水分、無機養份供應充足的情況下，地上部莖葉生長良否則受溫度、光線及 CO_2 同化速度決定。

溫度是決定生長季的主要環境因子，除影響生長季節外，溫度亦決定代謝速率的快慢，其中溫度係數 $Q_{10}=(v_2/v_1)^{(10/T2-T1)}$，$Q_{10}$ 指每增加 10℃，反應速率的增

加率，一般 Q_{10} 在一定溫度範圍內介於 1~6 之間，除低溫受限外，隨著溫度上升反應速率增加。由於溫度影響反應速率，因此一般的生理作用隨溫度而異，例如一般 C3 型植物最適合之光合作用溫度為 25℃，C4 型則為 35℃，主要是因為兩者光合作用的生化代謝差異所致。每一種作物最適當的生長溫度範圍不同，一般在 20~30℃最適當，若溫度太高則可能造成高溫逆境，生長及產量明顯降低。

光線是另一項主要決定生長的環境因子，光照輻射的長短因緯度及季節而異，一般以緯度 20-30 度之亞熱帶地區，年日照時間最大。光線直接影響葉片的光合作用，結果導致作物的生產力不同，一般植物葉片所需的光照約 400-600 μE 即達到光飽和，但整株植物或群落的光飽和點明顯較單葉高，主要是因為光輻射能的利用效率不同所致，受植株的植冠構造影響。在水分供應充足，無機養份供應不受限的條件下，不同植物的生長速率不同，對光輻射能的利用效率也不盡相同，一般介於 4-10%之間。由於植物對光輻射能的利用效率低，在一般光照下過量光能將對植物造成光氧化逆境，另外光輻射能也導致溫度上升，為了避免溫度及光能提供過量，可適度地改變栽培環境，以降低對植物的傷害。

二、逆境與莖葉生長

陸生植物的莖葉暴露在大氣環境中，莖葉所面臨的生物逆境包括缺水、鹽分、高溫、低溫、臭氧、紫外光、高光照及其他物理性逆境等，由於植物是固著性的生物體，當他們遭受逆境時不會移動逃避，因此自身會透過調節形態發育，調整生理及代謝反應以適應不適合的環境。前述根部即在無機養分缺乏的情況下會調整根莖比，根毛、側根形成增加以適應養分缺乏的條件即為例證。同樣地，莖葉在逆境下也會誘導一些形態發育的改變，例如過量 UV-B 或機械逆境也會造成葉片變小、加厚，莖部伸長受抑制，側枝形成增加等適應性反應，這些因逆境所誘導的型態改變，主要經由(a)改變細胞伸長，(b)促進局部性的細胞分裂，(c)改變細胞分化的狀態來達成。近幾年有關逆境生理的研究發現，一般逆境會造成普遍性的活化氧、氮族等具有高氧化能力的物質增加，植物為了避免這些物質造成氧化傷害，透過抗氧化酵素系統及抗氧化物形成等清除系統以維持體內活化氧族的平衡。

逆境所誘導產生的活化氧族，若缺乏足夠的抗氧化系統保護，活化氧族將對細胞造成傷害。氧化逆境所形成的活化氧族，包括單態氧、三態氧、羰基化合物、烷氧自由基、過氧化自由基及激發態羰基化合物，當單態氧或激發態羰基化合物回復到能階較低的狀態時會自動放出微弱的光，這是一種生物體自動發光的現象，處於氧化逆境的生物將會產生較多的自發性光子發射現象，目前的技術可以捕捉自發性光子發射強度，以影像表現，因此可以利用造影量化氧化逆境的程度，以監測植物體的健康狀態。

花的生長

植物由種子苗或無性繁殖苗開始種植後，先進行營養器官增殖的營養生長，然後再進行生殖生長。開花表示植物由營養生長轉變為生殖生長，花是顯花植物個體的一個顯著特徵，花芽的誘導與形成，對栽培生產花卉植物的花期調節，果樹生產的產期調節以及育種工作的研究人員而言是非常重要的。

一、花芽的誘導

營養生長期間植物莖頂分生組織持續分裂分化形成葉、莖原體，當植物由營養生長期轉變為生殖生長期時，最主要的變化為莖頂分生組織轉變為花芽分生組織。多年來研究人員一直致力於開花控制機制的研究，根據目前已知的研究證據顯示，花芽的誘導可經由不同途徑達成，包括透過(1)激勃素與生長調節劑途徑，(2)光週期途徑，(3)獨立(年齡、花熟期)途徑以及(4)溫度需求途徑。花芽誘導係受複雜的基因調節控制，不同途徑所調節的基因表現略有差異，以光週期誘導開花的途徑中，CO(CONSTANS)及 FT(FLOWERING LOCUS T)扮演著重要的角色。CO 編碼類似鋅手指的轉錄因子，FT 編碼大小為 20 kDa 的蛋白，FT 的表現受到 CO 的調控。

以往的研究顯示，葉片是主要接受外界環境因子產生花芽誘導訊號的器官，葉片所形成刺激開花的物質可經由維管束系統長程運送至莖頂或葉腋芽頂，使原本形成葉芽的莖頂端分生組織轉變分化形成花芽，這種刺激開花的物質稱為開花素(florigen)。最近的研究證明在長日下葉片 CO mRNA 累積轉譯為 CO 蛋白，長日下 CO 蛋白很穩定可活化下游 FT 及 TWIN SISTER OF FT(TSF)基因轉錄、轉譯為 FT、TSF 蛋白，在伴細胞形成的 FT、TSF 蛋白為訊號傳遞蛋白，透過細胞間的傳遞移動到篩細胞，在篩細胞中和一些蛋白結合避免被分解，然後經由篩管進行長程運送到莖頂分生組織。到達莖頂分生組織後，FT 和 TSF 會和 FD(FLOWERING LOCUS D)結合成複合體，FD 主要在莖頂表現，為一種 bZIP 的轉錄因子，複合體可誘導 SUPPRESSOR OF OVEREXPRESSION OF CONSTANS (SOCI)轉錄形成花序分生組織，複合體可活化 APETALA 1 (AP1) 表現，AP1 為開花組織決定基因，促使莖頂分生組織分化為花分生組織，進一步形成花萼、花瓣、雄蕊及雌蕊等器官。

二、花芽調節

由於花芽可經由不同途徑誘導形成，因子之間做不同的組合會影響花芽誘導的效率。以光週期和溫度途徑而言，處理的溫度較低將延遲光週期誘導花芽形成時間。花芽誘導受光週期、溫度等外界環境決定，栽培環境的調控可以有效地調節開花，這兩項因子在設施栽培中屬於人為可操控的因子。另外生長調節劑途徑

也是屬於人為可以操控的栽培技術，透過適當生長調節劑的使用，已廣泛應用於開花的調節。同樣屬於化合物對花芽形成的影響為植株本身的健康營養狀態，早期認為碳氮率是控制開花的主要原因，雖然不正確，但母植株健康，營養充足，對花芽形成後花器官的生長發育確扮演非常重要的角色。花的發育主要由植株提供所需的養分，因此植株的健康管理為生產優質花卉的基礎。

結 論

栽培作物的主要目的為提供高產、高品質的農產品以滿足人類需求，為了確保栽培的作物生長健康，展現其應有的產量與品質，除了選用優良品種外，必須提供最適宜作物生長的環境。影響作物生長的環境因子包括氣象因子及土壤因子，土壤因子的整合性管理目標為營造最適宜作物根系生長的物理性、化學性及生物性環境，讓作物根系的生長充分表現其潛在能力。人為可以操控土壤環境的管理技術主要為水分及無機養分的管理，作物根系吸收水分及無機養分才可以正常地供應支持地上部生長所需，若水分及無機養份供應不足，作物本身會產生形態發育調整的適應性反應，導致生長的改變，影響產量與品質。氣象因子的栽培管理目標為營造最適宜作物地上部生長發育環境，在水分及無機養份供應無虞的情況下，地上部莖、葉、花的生長發育主要受氣象因子中溫度、光線及大氣中二氧化碳濃度影響，其中以溫度及光線的調控較容易。溫度決定生物化學的反應速率，光線的強弱則直接影響作物光合作用速率，兩者決定作物的生長發育速率以及最終的生產力。對開花植物而言，溫度及光線是決定花芽分化的重要氣象因子，調節控制栽培環境的溫度及光線，不但可以提供莖葉生長的適宜環境，也可以有效地調整開花。在自然環境中，作物可能面臨各種類型的生長逆境，如同根部的反應，莖葉的生長也會針對逆境產生型態發育的調整，導致生長發育改變影響產量與品質。利用植物對逆境會產生生理、 生化變化的原理作為基礎，可以發展一些監測方法以檢定植物的健康狀態。作物的整合性管理主要以作物的生長發育為中心，配合提供最適宜的生長環境，再加上運用栽培技術進行有效管理，最後才可以生產出符合消費者需求的健康、高品質農產品。

引用文獻

柯南靖、林信山、郭欽聰。2003。植物健康管理之內涵與必要性。國際健康管理研討會專集。p.1-14。財團法人全方位農業振興基金會編印。

林信山、柯南靖、郭欽聰。2004。植物健康管理之真諦及價值。水稻健康管理研討會專集。p.3-16。行政院農業委員會農業試驗所編印。

Corbesier, L., Jang, V. S., Fornara, F., Searle, Q. F. I., Giakountis, A., Farrona, S.,

Gissot, L., Turnbull, C., and Coupland, G. 2007. FT protein movement contributes to long-distance signaling in floral induction of Arabidopsis. Science 316:1030-1033.

Fageria, N. K., Baligar, V. C., and Jones, C. A. 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. Marcel Dekker, Inc. New York.

Havaux, M., Triantaphylides, C., and Genty, B. 2006. Autoluminescence imaging: a non-invasive tool for mapping oxidative stress. Trends Plant Sci. 11:480-485.

Hermans, C., Hammond, J. P., White, P. J., and Verbruggen, N. 2006. How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? Trends Plant Sci. 11:610-617.

Lopez-Bucio, J., Cruz-Ramirez, A., and Herrera-Estrella. L. 2003. The role of nutrient availability in regulating root architecture. Curr. Opin. Plant Biol. 6:280-287.

Potters, G., Pasternak, T. P., Guisez, Y., Palme, K. J., and Jansen, M. A. K. 2007. Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble? Trends Plant Sci. 12:98-105.

Zeevaart, J. A. D. 2008. Leaf-produced floral signals. Curr. Opin. Plant Biol. 6:280-287.

Regulation of Crop Growth

Chung-Li Chen[1]

Abstract

The main aim of crop cultivation is to provide high yield, good quality, and healthy products to meet the demand of mankind and obtain maximum return profit by the producer. Crop productivity or yield is a function of environmental, plant, management, and socioeconomical factors and their interaction. The characters of soil physical, chemical, and biological directly or indirectly affect plant root growth, absorption of water and nutrients, and, consequently, plant growth and yield. Nutrient absorption by plant roots is a dynamic and complex process. The rate of nutrient absorption by a root depends on the nutrient supply to the surface, active absorption by roots, and plant demand for nutrients. Nutrients are transported to the root by mass flow, diffusion, and root interception. Temperature and solar radiation are important and often critical environmental factors for plant growth and development. Reaction rate in plant processes is a function of temperature. Each plant species has an optimum temperature range for growth and reproduction. Heat stress can result in reduced growth and other metabolic activities. Light not only affect photosynthesis and consequently crop productivity, but also regulate plant growth and development that result in stem length, leaf size and thickness, amount of branching, relative root size, and flowering. Some of the light-regulated processes are modified by temperature. Plant growth and development ultimately depend upon environmental variables, such as temperature, light, and availability of water and mineral nutrients. Plants constantly sense the changes in their environment and exhibit a broad range of morphogenic responses. The stress-induced morphogenic response is a general acclimation strategy, whereby plant growth is redirected to diminish stress exposure. Crop growth is the product of interactions involving climate, soil, plants, and people. Quantitative evaluation of these factors and their interactions should become increasingly important in evaluating systems that optimize yield. Most of the crop production factors can be modified in favor of higher yields by modifying the environment or the physiological characteristics of the crop and by developing cultural practices and cultivars to exploit a specific agricultural environment.

Key words: crop growth, nutrient absorption, environmental effect, stress response

[1] Department of Agronomy, National Chung-Hsing University

病害防治與植物健康管理

謝廷芳[1]、黃鴻章[2]

摘　要

植物健康管理的三角錐模式圖中的四個角分別為植物、環境、時間及侵襲者，而植物病害三角關係的三個角分別為植物、病原及環境。由三角錐模式圖中顯見作物病害防治包含於植物健康管理的體系之中。病害防治的策略係以增強植物健康與抗病性、削弱病原菌的致病力或降低接種源，以及改善栽培環境使植物與病原脫勾等方面進行思維，以打破病害三角關係，進而研發出有效的防病措施。在增強植物健康與抗病性方面，有健康種(子)苗培育、抗病育種、誘導抗病及適當的栽培管理措施；削弱病原菌的致病力或降低接種源方面，有使用植物萃取物、重碳酸鹽、抗蒸散劑或乳化植物油、拔除病株及栽培管理；而改善栽培環境使植物與病原脫勾方面，有設施栽培、物理防治、良好通風環境、適當肥培技術、生物防治及土壤添加物等栽培管理措施。祇要將各種防治病害的措施融入作物栽培管理體系之中，培育健康的植物並非難事。

關鍵詞：病害防治、植物健康管理、三角錐模式圖、病害三角關係、病害綜合管理

前　言

植物健康管理的概念在近年來引起廣泛的回響，財團法人全方位農業振興基金會曾辦理過多次的研討會，推廣此一理念(柯等, 2004; 2005)。欲培育健康的植株，以往的作法是增施化學肥料，以供應植物所需的營養來源；以化學藥劑加強作物病蟲草害及有害生物的防除。然而，栽培健康的植物必須全部仰賴化學肥料與農藥的施用嗎？答案是否定的。植物健康管理概念的導入，剛好可以解答此一疑慮。在植物健康管理的系統中，如何以減農藥的方式培育植物，是當前植物病理學家最大的考驗。以往國內植病界已投注相當大的心力，從事非農藥病害防治新技術的開發工作，且成果頗為豐碩。往後應加強以植物為研究主體，運用健康管理的理念，研擬病害防治的新策略與新思維。

---

[1] 行政院農業委員會農業試驗所花卉研究中心
[2] 行政院農業委員會農業試驗所生物技術組

病害防治與植物健康管理的關係

一、植物健康管理的真義

植物健康管理是一門應用管理科學，財團法人全方位農業振興基金會早於民國 92 年起開始推廣植物健康管理的理念，其精義為「整合各種農業技術，遵循自然生態原則，揣摩植物本身與週遭之生物、物理與化學條件等之相關性，藉人為技術之修飾，佐以企業化經營，應用在作物栽培及植生環境之管理；以預防醫學及保健方法，配合標準作業流程，期能不施用或減少造成環境問題之化學製劑，以穩定生產適合人類安心食用且具經濟效益之農產品，營造健康安全的生存環境及改善生活的品質。最後目標乃是確保政府、生產者與消費者之共贏」(柯等,2004)。

二、植物健康管理三角錐關係

植物健康管理的理念是以植物為主體，遵循生態學原理，透過對生物、物理及化學等環境因子的調控，並加入時間的因素，期望能預防各種病蟲害及生理障礙的發生，生產安全無虞的農產品。這種結合植物、環境、侵襲者(病、蟲、草及有害生物)和時間等四種面向的系統，正是以預防醫學為角度，尋求植物在穩定的生態系中健康成長的體現。

（一）時間對植物的面向

農民曆上均記載各種作物的最佳栽種時期，這是老祖宗累積經驗與智慧所得的結晶。適時、適地、適種是培育健康植物的基本觀念，但由於農業科技的進步，農民為謀取高額利潤，常違反時令栽種作物，並投入超量的化學肥料與農藥，造成土壤酸化、鹽化、農藥殘留、生物多樣性遭破壞等情況發生。各種植物有其最適生長的氣候條件，因此栽植時間遂構成植物能否健康生長的重要因素之一。

（二）環境對植物的面向

植物所處環境包括物理、化學及生物性三種。舉凡溫度、濕度、雨量、光照、通氣性、土壤團粒結構等物理性質，土壤酸鹼值、營養或肥料、離子交換性、空氣等化學性質，以及有益微生物、有益昆蟲或動物等生物性質均與植物的生長關係密切。植物從種子發芽或種苗發根開始即與所處的土壤或介質環境發生關係，有良好的土壤環境才能培育出健康的植物，否則植物在後天失調的環境中成長，必無法抵禦病蟲害或天然災害所加諸的考驗。

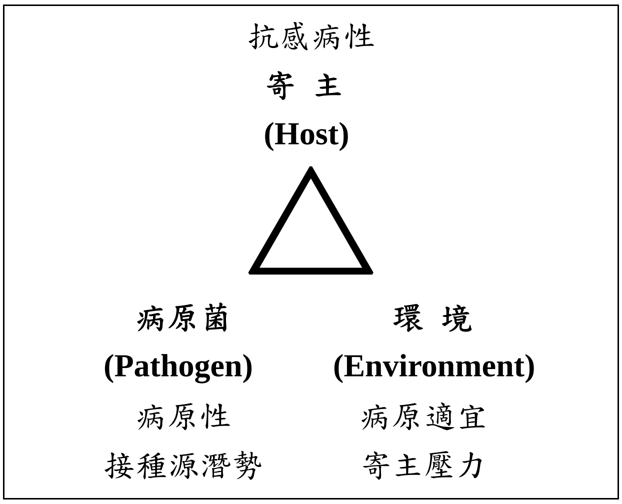
（三）侵襲者對植物的面向

植物終其一生常會遭受病蟲草害及有害生物的侵襲，以病原菌為例，包括真菌、細菌、病毒、線蟲及高等寄生植物在自然環境中隨處可見，植物如無健康的體魄，很容易在病原的侵害下生病，導致生長不良，甚至死亡。

圖一、植物健康管理三角錐模式圖。
Fig. 1. Triangular pyramid model for plant health management.

三、植物病害三角關係

植物是否健康會受植物、病原及環境等三面向的影響。當感病的寄主植物、強致病性的病原菌、及適於發病的環境等三方面均同時存在時，病害才可能大流行，釀成災情。就寄主植物而言，作物本身因遺傳之關係，具有各種程度之感病性、抗病性及免疫性。就病原菌而言，也由於其遺傳特性的不同，具有不同程度的致病性（毒性， virulence)。具有強毒性之病原菌，可在寄主上表現強的致病力，於是植物就嚴重生病了；反之弱毒性之病原菌，致病力弱，病原性常無法表現。就環境因子而言，如溫度、濕度、光線、風、空氣、化學成分、土壤理化及生物性因子等均可左右植物體的生長狀況與病原菌的侵染與存活。事實上，病害之發生受三者彼此相互影響、互相牽制，缺一不可。植物病理學的研究對象即在此，且最終目的在於切斷三者原有之三角關係或強度，以阻止病害的發生。



圖二、植物病害三角關係圖示。
Fig. 2. The plant disease triangle.

四、病害防治在植物健康管理系統中的角色

在作物病害的防治措施中，都是由增強寄主植物抗病性、削弱病原菌的致病力和改變栽培環境等方面進行思維，進而研發出有效的防病措施。以往農民遇到病害的問題，首先在腦海裏呈現的意向即是利用農藥加以防除，而不知尚有其他有效的防治技術。植物健康管理是以植物為中心的思考模式，任何可以增進植物健康，以至於增強植物抗病性的作為，均是可取之法。其實整個健康管理的三角錐關係模式圖中，去除時間因素的其餘三角即是病害防治的中心思想，而植物亦是病害三角關係的主角。因此，打破病害三角關係的病害防治策略，顯然包含於健康管理的體系之中。

植物健康管理系統中病害防治的作為

一、農藥減量勢在必行

臺灣地處熱帶與亞熱帶氣候區，常年半數時間處於高溫多濕環境下，適合多種病害的發生與傳播，使病害十分猖獗，嚴重影響農產品的產量與品質。自從農藥問世後，農民基於經濟與速效之考量，多以化學藥劑來防治病害，忽略其他防治手段與管理策略。然而使用農藥的負面影響不勝枚舉，例如(1)有礙農民與消費者的健康，(2)對作物造成藥害，(3)病原菌容易產生抗藥性，(4)危害非標的生物，及(5)造成環境與生態污染(安等, 2008)。為符合植物健康管理內涵之要求，必須以減農藥，甚至不施農藥為思考重點，以保護環境生態及生產安全無虞的農產品供消費者使用(黃等, 2008)。

二、非農藥防治方法

目前國內植物病理學專家研發成功，而且經常使用的非農藥防治策略，包括健康種苗、抗病育種、誘導抗病性、拮抗微生物、土壤添加物、植物萃取物、重碳酸鹽、抗蒸散劑、物理防治法、栽培管理措施等(安等, 2008; 林等, 2004)。分別簡要說明如下：

（一）健康種苗

許多農藝或園藝作物須以無性繁殖以綿延後代。然而，引起系統性病害的病毒(virus)、類病毒(viroid)、菌質(phytoplasma)、營養苛求細菌(fastidious bacteria)及引起萎凋病之鐮孢菌(*Fusarium oxsporum*)，均可經由無性繁殖過程（種薯、種球、嫁接使用之接穗等）傳播至下一代；有些豆類病毒病害甚而可經過種子傳播。此外，許多根部病原真菌、細菌、線蟲亦會隨著幼苗而傳播至田間，造成病害防治上的莫大困擾。因而培育與栽培無病原之健康苗木為病害綜合管理的第一步。

培育健康種苗，需先獲得性狀優異的單株，經去病原手續，或經檢驗未帶可偵測病原後，得選為原原種並保存之。一般去病原手續，包括生長點組織培養、嫁接、熱療等方法。而檢定方法包括目測法、顯微鏡及電子顯微觀察法、分離培養法、培養基呈色反應法、生物檢定法(bioassay)、免疫抗體法、核酸探針法等。健康種苗因無帶重要病原，故生育快速、產量增加、品質優異(張等,1996)。

（二）抗病品種

抗病品種的培育包含二方面，即抗病育種和抗病根砧的應用。在抗病育種方面，直接種植抗病品種以降低病害發生，可說是最簡單、有效的病害防治策略。惟抗病品種的育成，耗費相當多的人力與時間，因此本省抗病品種的應用，除大宗作物如、水稻、甘蔗有較多品種可供栽種選擇外，其他作物則因人力及物力投入較少，目前僅有少數抗病或耐病品種可供推廣種植(王,1996; 蔡等,1995)。

在抗病根砧的應用方面，其原理類似抗病品種選用策略，抗病根砧可說是另一種利用抗病性作物來防治病害的方法，特別是針對土壤傳播性病害的防治，更具實用性。惟根砧之選擇必需兼具與嫁接作物高親合性和不影響產品品質為原則(林,1996)。

（三）誘導植物抗病性

有些特殊的微生物分泌物或化學物質能刺激植物啟動防禦系統，產生

抗菌物質（anti-pathogen substance），對抗入侵的病原菌，稱為後天系統性抗病（systemic acquired resistance (簡稱 SAR)）或誘導系統性抗病（induce systemic resistance (簡稱 ISR)）(陳、路,1996)。當特定的病原菌入侵時，植物體可加以辨識，並立即啟動防禦系統，產生植物防禦素(phytoalexin)，對抗病原菌入侵。在拮抗微生物中，如木黴菌(*Trichoderma* spp.)或膠狀青黴菌(*Giocladium* spp.)，它們除了直接對抗病原菌外，亦有增強植物防病的功能。在化學物質方面如水楊酸（防治灰黴病）、亞磷酸（phosphoric acid, H_3PO_3）（防治藻菌類病害）亦具有誘發植物體產生抗性的功效(安等, 1997; 陳、路,1996; 林等, 2004)。

（四）生物防治

1963 年，Garrett 定義生物防治為「凡是任何的生物體（人類本身除外）能使病原菌的存活或活性降低，因而導致病原菌所引起之病害減少的狀況皆稱為生物防治法」。而 1974 年 Baker 與 Cook 所提定義較為廣泛；即運用自然的或人為的操作調整環境，寄主植物或拮抗微生物促進一種或一種以上微生物的活性，或大量導入一種或一種以上拮抗微生物，使存在於寄生或休眠的病原之接種密度 (inoculum density) 或致病能力降低的方法(Baker and Cook, 1974)。

拮抗微生物防治作物病害之作用機制，可分為下列五種；即 1)抗生素的產生(antibiotic production)，直接殺害病原菌、2)營養競爭(competition for nutrients)，直接或間接造成病原菌養分缺乏、3)超寄生(hyperparasitism)，直接殺死病原菌、4)產生細胞壁分解酵素(cell wall degrading enzymes)直接分解病原菌之細胞壁，以及 5)誘導植物產生抗性(induce systemic acquired resistance)，直接或間接抑制病原菌(Lo, 1998)。目前普遍被應用於植物病害的拮抗微生物，主要包括有 *Agrobacterium radiobacter* strain 84 防治癌腫病；枯草桿菌(*Bacillus* sp)及螢光假單胞細菌(Fluorescent Pseudomonads)防治多種病原引起的病害；放線菌(*Streptomyces* spp.)防治菌核病；木黴菌（*Trichoderma* spp.）及膠狀青黴菌(*Gliocladium* spp.,) 防治多種作物病害等。這些有益微生物除可防治多種作物病害外，尚有促進植物生長的功能(Lo, 1998)。截至目前為止，台灣只有一種拮抗微生物 *Bacillus subtilis* 被商品化，即百泰生技公司出品的「台灣寶」，推荐用於防治豌豆白粉病。

（五）土壤添加物

利用土壤添加物防治土壤傳播性病害的原理不外三方面，1)土壤添加物直接抑制病原菌，2)誘生拮抗微生物之族群數量，3)提供作物營養以產生抗性。在國內已研發出多種合成的土壤添加物，其中如SH混合物、

AR-3-2系列土壤添加物和LT土壤添加物等已推廣給農民使用。

SH混合物主要用於防治由鐮孢菌引起的作物萎凋病，同時可收增產之效。若能同時配合鉀肥、磷肥和鈣肥的施用，則可提高作物根部發育及根部病害的防治效果(黃,1991)。AR-3-2系列土壤添加物用於防治各種作物白絹病。如以AR-3-2防治球根花卉作物白絹病(杜、謝, 1994)，以AR-3-2-S防治菜豆白絹病，以AR-3-2-C防治胡蘿蔔白絹病(謝,1996)。而由蝦蟹殼粉40%、糖蜜5%、篦麻粕40%、海草粉10%和黃豆粉5%等所組成的LT有機添加物，應用於防治作物根瘤線蟲，效果相當顯著(蔡,1996)。另外，國內亦成功地利用菇類太空包堆肥開發出多種有機混合物，用於防治各種作物病害(黃、謝, 2000)。

（六）植物萃取物

在自然界中存在多種天然的中藥草植物，富含許多特殊的抑菌物質如配糖體、生物鹼、帖類、酚類、鞣質、類黃酮素、皂素、類胡蘿蔔素、香豆素等，具有特定之生物活性，可用於抑制多種植物病原菌，直接萃取並施用於目標栽培作物上，可以達到防治病害之效果(謝等, 2004)。

國外利用植物萃取物防治作物病害的例子不少，日本大黃(*Rheum undulatum*)萃取物可濕粉製劑(RK)2000 倍稀釋液，對胡瓜白粉病有 75～100%的防治率(Paik et al., 1996)；虎杖(*Reynoutria sachalinensis*)萃取液對數種作物之白粉病及灰黴病具有良好的防治效果(Daayf et al., 1995)；馬纓丹(*Lantana camara* L.)的花萃取液可降低由 *Aspergillus niger* 引起的番茄果腐病，也降低因 *Drosophila busckii* 造成傷害導致的果腐(Purnima and Saxena, 1990)；苦楝葉的酒精萃取液及種子的油萃取液明顯降低稻熱病菌胞子發芽及稻熱病的發生(Amadioha, 2000)。德國 BASF 於 1993 年大量篩選植物萃取液的抑菌效果，得到一虎杖 giant knotweed(*R. sachalinensis*)的乾抽出物，商品名為 Milsana，是唯一在美國登錄的植物抽出物殺菌劑。義大利研究人員發現 Milsana 可降低 50%的胡瓜白粉病，對玫瑰白粉病亦有相同的效果(Daayf et al., 1995)，惟其效果比植物油的抑病效果差。

國內植物萃取液防治病害的例子亦不在少數，如台中區農業改良場曾大力推行利用天然植物資材，如大蒜、辣椒、木醋液等來防治作物病蟲害的發生(謝, 1999)。另外，花蓮改良場亦曾測試多種植物油對防病忌蟲的效果，其中以丁香油及肉桂油之效果最佳(陳, 1996)。中興大學黃振文教授以甘藍下位葉及菸葉渣為主要成份，製造液體的中興 100(CH 100)植物健素，可防治許多種植物病害，包括韭菜銹病、瓜類白粉病及馬鈴薯軟腐病，而且已經商品化(黃,1992; Huang and Chung, 2003)。另外，0.5%(w/v)

的丁香及其主要抑菌成分丁香酚有防治甘藍立枯病的功效(林, 2000)；而蘿蔔種子及大黃的萃取液均可有效降低萵苣褐斑病的發病率(武籐, 2001)。農試所亦發現大風子酒精萃取液 200 倍稀釋液可抑制白菜炭疽病菌之孢子發芽率，亦可降低此病之發病率(謝等, 2003)。中興大學蔡東纂教授以天人菊根萃取液處理根瘤線蟲 24 小時後，可 100% 殺滅線蟲，種植天人菊或將天人菊植株混拌於土壤中，皆可大幅降低土壤線蟲族群密度。農試所新近研究發現，配合數種有效的植物萃取液調配而成的「活力能」植保製劑可有效防治作物炭疽病。可見植物萃取液可廣泛用於作物病害的防治用途上。

（七）重碳酸鹽

重碳酸鹽為酸性碳酸鹽之別名，含有重碳酸根(HCO_3^-)之化合物。常見的重碳酸鹽類包括碳酸氫鈉($NaHCO_3$)或稱小蘇打、碳酸氫鉀($KHCO_3$)、碳酸氫銨(NH_4HCO_3)等三種。

重碳酸鹽類之中，以小蘇打或稱碳酸氫鈉(baking soda, sodium bicarbonate)最先被用於作物病害防治上。重碳酸鹽以防治作物白粉病為主，作物包括辣椒、瓜類、葡萄、蘋果、玫瑰、日衛芋、迷迭香等。對於葉部病害如草莓灰黴病、青椒早疫病、洋香瓜葉枯病、瓜類葉斑病、玫瑰黑斑病、蘋果黑星病、菊花白銹病等均具療效。對於土壤傳播性病害如瓜類蔓枯病與胡蘿蔔、草皮和百合的白絹病等亦有不錯的抑病效果。另外，以重碳酸鹽水溶液浸泡採收後的辣椒、胡蘿蔔、馬鈴薯、柑桔、洋香瓜和可樂果，亦可有效抑制貯藏病害的發生(謝、吳, 2001)。

重碳酸鹽類對人體無害，而且對環境的衝擊非常小，在作物有機栽培的體系中，成為病害防治不可或缺的一項利器。由於它具有明顯的抑菌功效，已被全世界有機農園廣泛地接受與應用，甚至已有多項商品化的產品問世。在使用重碳酸鹽的過程之中，應考慮使用劑量的問題。一般而言，以稀釋 200 倍，每七天噴施一次，連續三次的效果最穩定，若能添加天然的展著劑、界面活性劑或礦物油，則防病效果更佳(謝、吳, 2001)。

（八）抗蒸散劑或乳化植物油

植物病原菌可直接或經由自然開口及傷口等途徑侵入植物體，至於植物體則以角質層(cuticle)的先天性抗病結構，抵禦病原菌的入侵。角質層主要由腊質(wax)及角質(cutin)所構成，其阻斷病原菌入侵的原因有：1)腊質層的厚度，2)防止葉表形成水膜，3)角質層含有化學抑制物質，及 4)改變葉表結構以誤導病原菌之發芽管走向等。近年來，植病學家證實利用角質層防病之特性，妥善施用在葉表可形成薄膜之抗蒸散劑能有效預防病

害的發生。將抗蒸散劑應用於防治病害的工作有降低高粱、玉米及小麥之炭疽病、葉斑病、露菌病及白粉病；大麥、繡球花、紫薇、瓜類、日衛茅和甜菜白粉病；小麥銹病、葉斑病，蘋果黑星病及多種植物之灰黴病。中國大陸韓金聲先生亦以「高脂膜」防治多種植物病害。另外，抗蒸散劑尚可用於保鮮、禦寒害、促進著果、降低蟲害，及增加組織培養苗假植之存活率(謝、黃,1997)。

另外，農試所與夏威夷大學合作，大量測試市售的植物油對作物白粉病的抑制效果，結果顯示多種可食用的植物油均有降低病害發生與促進植株生長的功效，但有強弱之差別，其中以葵花油之防治效果最佳(Ko *et .al*., 2003)。噴佈經乳化的葵化油 200 倍稀釋液後，可在植物體表面形成一層薄膜，能阻隔白粉病菌孢子發芽與菌絲生長，更可覆蓋原先產孢的部位，降低二次傳播與感染的機會；而且在不影響植物的呼吸作用與光合作用下，有減少植物水分散失的功效。

（九）物理防治法

植物病害防治方法之中，化學、生物及耕作防治法，均具有降低病原菌之感染源數量及降低病害發生速率的效果，而物理防治法則主要在於降低病原菌之感染源數量。常被運用於作物病害防治的物理防治法包括溫度及光線控制，以降低病原菌的生命力或繁殖能力，而達到防治病害的目的。

利用溫度滅菌，以蒸氣消毒最為普遍。一般植物病原真菌及細菌在60－70℃經 30 分鐘處理即可致死；超過 80℃時，所有的植物病原細菌及大多數之濾過性病毒均會死亡，100℃則可殺死耐熱性的濾過性病毒。在田間利用蒸氣消毒土壤，雖然較為昂貴，但近年來亦漸為栽植高經濟作物的農民所接受(李、呂,1998)。在夏季利用透明 PE 塑膠布覆蓋土壤，提高土壤的溫度，可將土壤中的病原菌殺死，降低病害的發生，此法稱為日光消毒法(Solarization)(黃,1996; Katan, 1981)。另外，低溫處理無法清除病原，只能減緩病原所造成的病害發生速率，一般多用於採收後農產品的保存，以求能延長農產品的使用年限及維持其適當的新鮮度。

光線的強弱及光質均會影響到植物的生長及發育，並且也會影響到病原菌的產孢能力及數量(謝等, 1997)。以吸收紫外線的塑膠布搭蓋溫室，可降低灰黴病的發生，效果顯著(Hite, 1973; Nicot et al., 1996; Vakalounakis, 1992)。

（十）栽培管理

良好的栽培管理，對植物病蟲害防治有事半功倍之效果。如栽培介質

的調製培育健康的植物幼苗(吳,1996)；適當的肥陪與灌溉管理，以維持樹勢強壯，增強作物抵抗力；適度的整枝修剪，以維持園地內日照充足與通風良好，製造不適合病害發生之環境；完善的雜草防除，以維持田園內的清潔，消滅病菌棲息的場所，降低病媒蟲的密度；清除罹病組織並銷毀，避免病害四散蔓延，造成嚴重疫情。

對於不同的病害，因其發病有一定的環境生態條件，因此在究明該病害發病生態後，可選擇或創造一不利病害發生的環境，亦能有效的達到病害防治的目的。如寄主範圍窄的病害，可與非寄主作物進行輪作。腐霉菌（*Pythium* species）、十字花科根瘤菌（*Plasmodiphora brassicae*）喜酸性土壤，而馬鈴薯瘡痂病則在鹼性土壤發生嚴重，預防這些病害，可以選酸鹼質不適合病害發生之土壤種植。根部線蟲喜砂質土壤，可選黏質壤土以避免之。靠水份傳播的病害，可利用防雨設施、築高畦、降低淹水時間或增加灌溉次數來對應(安等, 2008)。蟲媒傳播的病害，植物可以種植於溫、網室內，以阻隔昆蟲侵入。高經濟價值之水果，可以套袋來隔絕病原菌。而土地休閒、淹水、曝曬亦可達到降低甚而消滅土壤病原菌的目的。

另外，以忌避植物與作物混植亦可達到防治病害發生的目的，如日本人木島利男研究發現，以韭菜與番茄混植可防治 *Fusarium* spp.引起的萎凋病及多種作物的土壤傳播性病害(王,1999)。

三、推展以作物為主的整合性病害管理技術

由栽植無病原之健康植株到介質消毒，田間衛生管理到創造良好通風環境，並作適當的肥培管理等一系列栽培措施，係以作物為整體考量的整合性病害管理策略，將防治病害的措施融入作物栽培管理體系之中，以達事半功倍的效果。其精髓在兼顧病原菌之生態和作物栽培環境因素，綜合應用法規防治、耕作制度、物理、化學和生物防治等方法，全盤解決作物病害問題，期能達到培育健康植物的效果。透過綜合防治技術之研發與示範推廣，將各種防治管理觀念不斷灌輸給農民，並將研發成功之技術移轉給農民應用。這種兼顧農業生產、生態保育及農產品衛生安全要求之病蟲害防治技術，是符合植物健康管理要求的策略。

結　論

農業生產具有維護環境和諧與美化環境的功能，在社會大眾關注農產品安全的關鍵時刻，藉重生物科技生產優質農產品，以關照人民的身心健康，將有助於導引農業展現新的曙光與契機。農業取之於自然，用之於自然，使自然生態循環不息。尤其在植物抗病性誘導、植物性農藥的開發、農業廢棄物再生利用，以及

良好的栽培管理措施上，是一項符合生態農業、環境和諧與廢物利用的健康產業。積極開發符合優良農事操作(GAP-good agriculture process)的病害防治方法，即是對環境生態友好的一項作為。在植物病害管理的操作系統之中，以作物為對象的病害防治理念，恰與植物健康管理的作法不謀而合。

引用文獻

王添成。1996。茄科蔬菜之抗病育種。健康清潔植物培育研習會專刊第 30-66 頁。

王錦堂。1999。忌避作物的選擇與栽培。興大農業 30:18-24。

安寶貞、謝廷芳、謝美如。1997。利用亞磷酸防治園藝作物疫病。植保會刊 39:403-404。(摘要)

安寶貞、謝廷芳、蔡志濃、黃晉興、楊宏仁。 2008。非農藥防治新技術的開發與應用。第 137-153 頁。節能減碳與作物病害管理研討會專刊。行政院農業委員會農業試驗所、中華民國植物病理學會編印。台中。

林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳。2004。作物病害之非農藥防治(再版)。行政院農業委員會編印。台中。53 頁。

吳文希。1996。健康作物幼苗培育的溫床－栽培介質的調製。健康清潔植物培育研習會專刊第 131-135 頁。

杜金池、謝廷芳。1994。百合白絹病之發生與防治。花卉病蟲害研討會專刊 11-22 頁。

李敏郎、呂理燊。1998。土壤蒸汽消毒防治百合黃化型病害。植保會刊 40:251-264。

林宗俊. 2000. 丁香及其主成份防治甘藍苗立枯病的功效. 國立中興大學植物病理研究所碩士論文.

林益昇。1996。苦瓜嫁接絲瓜砧之方法與病害管理。健康清潔植物培育研習會專刊第 99-105 頁。

武藤真知子. 2001. 蘿蔔種子粉水溶性抽出物防治萵苣褐斑病的功效. 國立中興大學植物病理研究所碩士論文.

柯南靖、林信山、郭聰欽。2004。植物健康管理之內涵與必要性。第1~14頁。2003國際植物健康管理研討會專集。財團法人全方位農業振興基金會編印。雲林。

柯南靖、林信山、郭聰欽。2005。以植物健康管理紓解有機栽培之難題。第1~10頁。2003國際有機認證制度研討會輯要。財團法人全方位農業振興基金會編印。雲林。

陳昭瑩、路幼妍。1996。系統性誘導抗病在植物病害防治上之應用。健康清潔植物培育研習會專刊第 67-76 頁。

陳哲民. 1996. 植物油抑制植物病原真菌胞子發芽之效果. 花蓮區農業改良場研究彙報 12:71-90.

張清安、林瑩達、詹竹明、陳金枝。1996。無病毒百香果苗及豇豆種子之生產與應用。健康清潔植物培育研習會專刊第 106-112 頁。

黃秀華。1996。利用太陽能防治作物病害。健康清潔植物培育研習會專刊第 86-92 頁。

黃振文。1991。利用土壤添加物防治作物之土壤傳播性病害。植保會刊 33:113-123。

黃振文。1992。利用合成植物營養液綜合管理蔬菜種苗病蟲害。植保會刊 34:54-63。

黃振文、謝廷芳。2000。農業廢棄物調製植物保護製劑產品之研究。生命科學簡訊 14(5):3-8。

黃鴻章、黃振文、謝廷芳. 2008. 永續農業之植物病害管理. 國立中興大學植物病理學系編印. 台中. 320pp.

謝廷芳。1996。利用土壤添加物防治作物白絹病。健康清潔植物培育研習會專刊第 163-171 頁。

謝廷芳、吳德忠。2001。重碳酸鹽在作物病害防治上之應用。永續農業 14: 35-43.

謝廷芳、黃振文。1997。抗蒸散劑在植物病害防治上之應用。植病會刊 6: 8。

謝廷芳、黃振文、劉嵋恩。1997。調控設施微氣候防治作物灰黴病。科學農業 45: 215-218。

謝廷芳、黃晉興、胡敏夫. 2003. 大風子抽出液防治白菜炭疽病的效果. 植病會刊 12: 278-279. (摘要)

謝廷芳、黃晉與、胡敏夫。2004。植物萃取液防治作物病害的研究現。第 117-128 頁。優質安全農產品生產策略研討會專刊。行政院農業委員會農業試驗所、中華永續農業協會編印。台中。

謝慶芳。1999。天然藥劑與病害控制。興大農業 30:14-17。

蔡武雄、楊偉正、蕭吉雄、杜金池。1995。瓜類露菌病之生態及抗病篩選。瓜類作物保護技術研討會專刊第 101-114 頁。

蔡東纂。1996。有機質添加物在防治作物線蟲病害之永續性作為。健康清潔植物培育研習會專刊第 154-162 頁。

Amadioha, A. C. 2000. Controlling rice blast in vitro and in vivo with extracts of *Azadirachta indica*. Crop Prot. 19: 287-290.

Baker, K. F., and Cook, R. J. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. Ann. Phytopathol. Soc., St. Paul. MN. 433pp.

Daayf, F., Schmitt, A., and Bélanger R. R. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. Plant Dis. 79: 577-580.

Hite, R. E. 1973. The effect of irradiation on the growth and asexual reproduction of *Botrytis cinerea*. Plant Dis. Reptr. 57: 131-135.

Katan, J. 1981. Solar heating (Solarization) of soils for control of soilborne pests. Ann. Rev. Phytopathol. 19:211-236.

Huang, J. W. and W. C. Chung. 2003. Management of vegetable crop diseases with plant extracts. Pages 153-163. In: Advances in Plant Disease Management. H. C. Huang and S. N. Acharya, eds. Research Signpost, Kerala, India.

Ko, W. H., Wang, S. Y., Hsieh, T. F., and Ann, P. J. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. J. Phytopathol. 151: 144-148.

Lo, C. T. 1998. General mechanisms of action of microbial biocontrol agents. Plant Pathol. Bull. (Taiwan) 7:155-166.

Nicot, P. C., Mermier, M., and Vaissiere, B. E. 1996. Differential spore production by *Botrytis cinerea* on agar medium and plant tissue under near-ultraviolet light-absorbing polyethylene film. Plant Dis. 80: 555-558.

Paik, S. B., Kyung, S. H., Kim, J. J., and Oh, Y. S. 1996. Effect of a bioactive substance extracted from *Rheum undulatum* on control of cucumber powdery mildew. Korean J. Plant Pathol. 12: 85-90.

Purnima, S., and Saxena, S. K. 1990. Effect of flower extract of *Lantana camara* on development of fruit rot caused by *Aspergillus niger* in the presence of *Drosophila busckii*. Acta Bot. Indica 18: 101-103.

Vakalounakis, D. J. 1992. Control of fungal diseases of greenhouse tomato under long-wave infrared-absorbing plastic film. Plant Dis. 76: 43-46.

The Relationship between Disease Control and Plant Health Management

Ting-Fang Hsieh[1] and Hung-Chang Huang[2]

Abstract

The corners of the triangular pyramid model for the plant health management are plant, environment, time, and invader, whereas the triangles for plant disease are plant, environment and pathogen. Obviously, the triangular pyramid model comprises the plant disease triangle.　The strategies for control of plant diseases are to improve host plants for disease resistance, to reduce inoculum sources of pathogens and to manipulate environmental conditions for improving protection of plants from infection by pathogens. Methods for improving health of host plants include use of pathogen-free seeds or seedlings, breeding for disease resistance, induce systemic resistance, and effective cultural practices. Methods for reducing inoculum sources of pathogens include application of plant extracts, bicarbonates, antitranspirants or emulsified plant oils, sanitation and culture practices.　Methods for manipulation of environmental conditions to improve disease control include cultivation under structure, physical control, good air circulation, suitable fertigation system, biological control, and organic and/or inorganic soil amendments. It is easy to grow healthy plants by farmers when the critical methods described above are incorporated into plant cultivation system.

Key words: Disease control, Plant health management, Triangular pyramid model, Disease triangle, Integrated disease management

[1] Floriculture Research Center, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan

[2] Biotechnology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan

有害動物防治與植物健康管理

陳淑佩[1]、王清玲[1]、翁振宇[1]

摘　要

眾多有害動物影響農作物之品質與產量。藉由田間調查及偵測，發現常見的有害動物包括薊馬、蚜蟲、介殼蟲及蟎類等生物。建立有害生物的族群消長資料及綜合防治管理方法將有助於農作物品質與產量的提昇。

關鍵詞：蟲害綜合管理，有害動物，農作物

前　言

環境高溫多溼的台灣使各種昆蟲及其他有害動物易建立其族群且終年活動頻繁。對植物而言，不管栽種或出貨期間，可能因而影響其品質，進而影響農友之利益。植物健康管理的首要工作在於對有害生物知己知彼才能對症下藥，以達最佳的防治功效。常見的主要有害動物包括昆蟲類中的鱗翅目蛾類、鞘翅目、薊馬、蚜蟲、介殼蟲、蟎類及軟體動物門中的蝸牛及蛞蝓類等。如何正確的判斷有害生物的方式如下：

有害動物診斷方式

植株發生蟲害時，其診斷方式(Chen et al.,2008)可分為：(一)直接診斷：係以有害動物的外部形態為診斷鑑定的依據，但一般直接診斷除非該害蟲的外部形態很特殊，否則很難能判別至科級(Family level)或屬級(Genus level)；(二)間接診斷：依有害動物於寄主植物上的遺留物(如害蟲之蛻皮、蛹殼等)及分泌物(如蜜露、蠟粉等)或依寄主植物的受害特徵來推斷可能的類群

有害動物診斷的流程主要為造成植株受損的口器為何種型式、判別植株上有無有害動物出現時間及被害範圍等，依植物受損情形可略區分如下：

（一）作物的受損情形若由咀嚼式口器的生物(如夜蛾科害蟲、直翅目害蟲、潛葉蠅、潛葉蛾、軟體動物及嚙齒目動物等)所造成時，可再進一步檢視作物所在附近是否具排遺物。一般而言，如具呈細線狀或不明顯的銀白色黏

[1] 行政院農委會農試所應用動物組

液痕跡的排遺物，可初步判定為軟體動物類危害；若作物附近具圓球形的排遺物，則多為鱗翅目幼蟲危害所致；若作物葉片有隧道般的食痕時，則為潛葉類的潛葉蠅或潛葉蛾所造成; 若受害植株具乾枯的現象是緣自於根部被破壞所致，則考慮是否由潛息於地下的鞘翅目幼蟲(如金龜子幼蟲)、直翅目甚而是鱗翅目的幼蟲(如切根蟲類)造成；當作物的塊莖、塊根、種球等有腐爛且發臭現象時，大多為象鼻蟲類的成、若蟲取食並將蟲糞排放於蛀食孔附近而造成；若作物流膠且排出木屑粉，則必須考慮是否有蛀食性的天牛幼蟲、蠹蟲或蠹蛾類幼蟲危害。

（二）作物的受損情形若由刺吸口器的生物(粉蝨、椿象、葉蟬、蚜蟲、介殼蟲等)所造成時，植物的葉片或根、莖等組織可呈現不同程度的斑點。

（三）作物的受損情形若由銼吸式口器的生物(薊馬)所造成時，植物的心葉或花苞等幼嫩組織可呈現不同程度的斑點或斑紋。

此外，間接受害特徵，如植株葉片捲曲、花朵畸形、果實畸形及蟲癭等大多為吸食作物組織並分泌破壞植物正常生理的物質或引發植物的反應而形成（如薊馬、蚜蟲、木蝨及介殼蟲等）；遺留在植株上的蛻皮亦可用以判定植株受何種害蟲危害。如植株花朵同時枯萎而葉片上留有多數白色蛻皮殼在其上，可判別為蚜蟲類害蟲危害所致。有時微小的害蟲可藉由共生者的存在而被發現，如若發現植株上有多數螞蟻爬行，則合理懷疑植株上具分泌蜜露的害蟲(介殼蟲及蚜蟲等)；若發現植株上有硬殼或白色棉絮分佈其上時，多半為介殼蟲類害蟲所危害；若檢查葉背時發生凹陷情形時多半為遭蟎類危害之病癥。

不論是何種有害生物造成植物受損，若能有危害生物的標本存在時，更能確定真正危害的種類。故害蟲診斷鑑定過程中對調查研究時所用的標本(即存證標本(voucher specimens))十分重視(Chen et al.,2008)。因若由於資訊不足或一時的疏忽，常有鑑定錯誤的情況發生，更由於有一些相似種類頗難正確鑑定，難免有錯誤發生。因此研究人員應將其調查研究的標本保存在適當的地點，以提供標本鑑定的線索。

常見有害動物簡介

目前田間農作物上常見有害動物以昆蟲類害蟲居多，此外亦包括蟎類及軟體動物等，分別簡介如下：

一、薊馬類害蟲

由於此類有害動物具高繁殖潛力、寄主多樣化及體型微小不易偵測等生態特

性，故增其經濟重要性。如植株開花盛期，常發現聚集在花瓣重疊處的薊馬類害蟲之成蟲與若蟲以特殊的銼吸式口器，銼吸汁液並產卵於組織內，孵化後之幼蟲繼續危害，造成花芽被害後萎縮、黃化脫落；成熟花苞被害後，花展開時花朵皺縮扭曲，花瓣組織被銼吸，形成白色斑點或條斑，最後花瓣褪色乾枯。開花期過後，便遷移危害植株之幼嫩心葉，使抽出之心葉扭曲呈畸形，葉面並呈現密集之褐變條斑。除直接危害植株外，進而影響其品質及商品價值(Wang, 1987、Wang, 2002)。此外，某些薊馬已證實具傳播植物病毒而增其危害力。在乾燥、溫暖天候下更適宜薊馬這類微小生物繁殖，其危害更為嚴重。

二、蚜蟲類害蟲

俗名瓜蚜、龜神、苔的蚜蟲屬雜食性害蟲。此類害蟲危害植株嫩葉及花苞，使被害部位枯黃、捲縮、嚴重時則萎凋。由於經常隱匿植物細縫處，故危害初期不易查覺，當危害狀顯現時，害蟲密度已過高。(Chen et al., 2006。)此外，由於蟲體末端具蜜管，取食時亦同時分泌蜜露，當害蟲密度高時，其大量具黏性的蜜露可誘發煤煙病，危害嚴重部位呈黑粘狀。除影響光合作用使植物生長不良外，亦降低其觀賞價值。此外，有些蚜蟲並能傳佈非持續性及持續性的植物病毒，使作物受到更大的傷害。

三、介殼蟲害蟲

俗名為龜神、白苔的介殼蟲簡稱介蟲，屬同翅目介殼蟲總科的昆蟲，由於可行兩性及孤雌生殖，故繁殖力強，甚至有些種類終年可見其族群。目前台灣已知所有的介殼蟲種類都是植食性，其體微小，體皮表面成硬化被覆一層硬殼(如盾介殼蟲)，或有粉狀臘質分泌物(如存在葉片、莖，或者隱蔽的葉鞘內，大量發生時，也蔓延到整個植株之各部位，多發生在高溫、高濕度，陽光不足處的粉介殼蟲)，或體被腊質分泌物不成粉狀(如軟體介殼蟲)，因為有這些分泌物，所以也增加防治上的困難(Wong et al., 1999)。此類害蟲以刺吸式口器為害植物，初孵化若蟲在植株各部位爬行，尋找適宜部位即固定不再移動，吸食汁液，使植株生長不良，嚴重者葉片黃化，終至枯萎而脫落。害蟲大量發生時，誘發煤煙病，失卻美觀並喪失其商品價值。除直接危害外，介殼蟲以刺吸式口器刺吸植物組織所造成的傷口，又可能造成病菌感染，使受害株罹病。此類害蟲由於具外殼或臘粉，所以除了不易以藥劑防除外，因固著於植株上，往往易為檢疫人員查獲而增加其重要性。易為檢疫人員查獲而增加其重要性(Chen et al., 2006)。

四、鱗翅目害蟲

此類害蟲孵化之幼齡幼蟲成群危害植株幼苗期或成長株之嫩葉，於葉背嚼食葉肉，被害葉片葉肉被啃食，僅留上表皮，呈透明狀，或整葉被啃食而僅主脈殘留，造成許多大小不一之蟲孔，被害植株上可見許多墨綠色顆粒狀糞便，除影響

植株生長外，使植株失去美觀與觀賞價值(Wang and Lin, 1997、Chen et al., 2006)害蟲雌成蟲通常產卵在葉背，其幼蟲白天潛伏在植材或枯葉中，黃昏後至清晨便出來危害；老熟幼蟲潛入植材或土中化蛹。易發生於露天栽培環境。常見的種類如斜紋夜盜(*Spodoptera litura*(Fabr.))危害多種農作物，也危害蔬果、觀賞花木。易發生於露天栽培的環境中，在環境管控良好的密閉溫室內幾乎不見此類害蟲。

五、鞘翅目害蟲

此類害蟲孵化於土表或植株組織內之幼蟲以嚼食危害(如蛀食性的天牛幼蟲或蠹蟲)，除影響植株生長外，使植株失去商品價值。危害多種農作物，也危害蔬果、觀賞花木。易發生於露天栽培的環境中，在環境管控良好的密閉溫室內幾乎不見此類害蟲。

六、蟎類

設施環境中或通風不良的微環境下常見的葉蟎(如太平洋偽葉蟎(*Tenuipalpus pacificus* Baker))屬於蟎蜱亞綱，真蟎目，前氣門亞目，葉蟎總科。此類葉蟎性喜高溫低濕環境，一般棲息於植物之葉背，對植株各生長期均可危害。開始時為害植株葉背，危害嚴重時，亦可危害葉片正面以及花朵，肉眼觀察可見橘黃色或橘紅色蟲體與卵粒佈滿葉片，被害葉片呈現銀灰色密集小斑點，而後漸變暗褐色斑塊，導致枯黃脫落(Lo, 1990)。此類害蟎在乾燥溫暖的氣候會導致大量繁殖猖獗，但連續的高濕則導致葉蟎族群數量的降低。由於葉蟎經常隱匿於葉背，故危害初期不易查覺，當危害狀顯現時，害蟎密度已過高。此外由於其繁殖力強，一旦栽培環境出現此害蟎，則不易根除。傳播遷移方式主要靠爬行或借風力、流水、昆蟲、鳥獸和人及農機具的攜帶而擴散。故對此類有害生物需在栽種期加以注意。

七、軟體動物

蝸牛及蛞蝓屬屬於軟體動物門，腹足綱，此類有害生物常於夜間在潮溼的環境下，出外啃食葉、莖部，甚至幼株等。取食過程中亦分泌透明之黏液並將灰黑色細條狀的糞便排於植株上間縫(Chen et al., 2006)。又於植株開花期危害花苞、花朵，而降低其觀賞價值。

防治方法及建議

栽培管理體系之中，在臺灣常年高溫多濕的環境下，植物有害動物種類繁多，可能在不同栽培時期出現並加以危害植株。其解決之道重點在於對其管理措施，應能有效融入整個栽培管理體系之中，規畫各項預備措施，包括健康種苗的取得(如勿採購有害蟲存在之苗木，建議對新購入之的植株應仔細檢查，確定無蟲後才與

舊株放置一處，以免蟲體傳播至其他植株上)、栽培介質的處理及保存、創造良好栽培環境(如清除栽培環境設施內、外雜草，消滅可能為害蟲寄主的植物，隨時注意園區之清潔衛生，去除害蟲及有害動物之棲息處與避免害蟲之入侵)、栽培期間注意預防措施(如 a.栽培過程中避免施用過多氮肥，造成葉片太大，形成密植狀態，而維持良好通風，維持栽培環境適當溼度，亦可減少或降低害蟲發生機率；b.溫暖乾燥季節薊馬、介殼蟲、蚜蟲等微小有害生物特別容易發生，尤以開花時期或新葉萌發時期。建議可在栽培設施環境內，以對多種昆蟲同時具吸引力的黃色黏紙放置於或懸掛於植株間，除直接物理防治外，並監控此類害蟲發生密度以掌握適宜的防治適期)，則可有效抑制有害生物之入侵與危害，當發現少量有害生物危害時，應即時處理，防止其蔓延為害，再配合栽培管理制度，早期利用物理防治或生物防治，可及早偵測與防制害蟲的猖獗，若害蟲已大量發生時，則在不產生藥害的情形下(目前若並無登記在該非食用的設施作物上的防治藥劑，可斟酌輪流使用其他花卉等作物上防治不同害蟲之藥劑，以避免害蟲產生抗藥性。但施用前必須小面積使用於植株上，以測試是否產生藥害)，可採用化學藥劑加以適時防除(如 a. 害蟲發生嚴重時應施用藥劑防除，但有時害蟲防治不易徹底，少數存活的個體，在短時間內就能迅速滋生為一大群，因此應於間隔一段期間後，連續施藥至少一次，至其消滅為止; b.介殼蟲及蚜蟲可分泌蜜露，因此常與螞蟻共生。因此此類害蟲時應同時防治螞蟻)。總之，種植之前，若能周密規畫各種項預防措施，如健康種苗的取得、栽培介質的處理、種植場所的環境、充分具備蟲害的管理知識等，則越能確保植株不因有害生物而受損。

未來展望

栽培管理體系之中，在臺灣常年高溫多濕的環境下，有害動物種類繁多，較密閉之設施栽培環境下較常見的包括薊馬類、蚜蟲類、介殼蟲類、葉蟎等；露天栽培場所除上述種類外，鱗翅目害蟲、其他雜食性害蟲、軟體動物及嚙齒目動物等等亦可能出現並加以危害植株。其解決之道重點在於正確判定有害生物後，再對其做蟲害管理措施，應能有效融入整個栽培管理體系之中，規畫各項預備措施，若能周密規畫各種項預防措施，如健康種苗的取得、栽培介質的處理、種植場所的環境、充分具備蟲害的管理知識等，則越能確保植株不因有害生物而受損。

引用文獻

王清玲、林鳳琪 。1997。 臺灣花木害蟲。豐年社出版。168頁。

王清玲。1987。薊馬危害花卉之習性及防治。中華昆蟲特刊第一號 。37-43頁。

王清玲。2002。臺灣薊馬生態與種類。農業試驗所特刊第99號 。行政院農委會

農業試驗所編印。 328頁。

翁振宇、陳淑佩、周樑鎰。1999。臺灣常見介殼蟲圖鑑。行政院農業委員會農業試驗所特刊第89號。99 pp.

陳淑佩、王清玲、翁振宇。2006。蕙蘭有害生物簡介及防治建議。蕙蘭栽培管理手冊。第56-100頁。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。

陳淑佩、王清玲、翁振宇。2008。作物害蟲診斷服務及鑑定。農業試驗所技術服務 74:15-18.

羅幹成。 1990 。葉蟎之生態習性及防治策略。中華昆蟲特刊第三號。 79-89 頁。

Surveillance and Integrated Pests Management of Agricultural Plants

Chen, S. P[1*], Wang, C. L.[1] and Wong, J. Y.[1]

Abstruct

Most pests will affect not the production and the quality of agricultural plants. Most important pests including thrips, aphids, mealybugs, mites et al. which were surveyed and monitored. Development of the recommended measures and schedules and intergrated control of pests were urgent requirement. The standard operation processes for pests control will support useful information of crop plants and agricultural products in the future.

Key words: Integrated pests management, pests, agricultural plants

[1] Division of Applied Zoology, Agricultural Research Institute, COA, Wufeng, Taichung Hsien 413, Taiwan ROC

[*] Corresponding author

栽培介質與植物健康管理

郭鴻裕[1]

摘　要

栽培介質與土壤相類似可提供 4 項功能讓溫室作物生長，包括：(1)提供氣體交換(氧氣及二氧化碳)，(2)保持水分供植物利用，(3)提供礦物養分儲存空間，(4)支持作物生長。成功的生產溫室作物必需在調配或選用栽培介質原料做到可以控制與預測其性質。栽培介質原料的粒徑大小、材質特性、調配比例等決定了介質的物理性，包括：密度、孔隙度、通氣、透水性與保水性。一般栽培介質只提供少量的養分，因此外加的養分、調整介質酸度是必要的，闊葉樹樹皮介質含有大量的錳在栽培過程釋出，導致錳敏感作物缺鐵或錳毒害需要額外加入鐵劑。另有些介質會累積鹽分，栽培一段時間或再利用時需要洗鹽措施。栽培盆的大小、高度及形狀也會影響介質的水分與通氣性狀。

關鍵詞：栽培介質物理性、栽培介質化學性、栽培原料性質

[1]農業委員會農業試驗所農業化學組　Email: hyguo@tari.gov.tw

Abstruct

As like soils, growth media used to produce greenhouse crops provide 4 functions, including: (1) allow gas exchange, (2) hold water that is available to the plants, (3) create a reservoir of mineral nutrients, (4) support plant stand.　Successful production of greenhouse crops requires that growth media is formulated from ingredients with controlled and predictable properties.　Inadequate physical properties of media cannot be corrected during production of the crop that will cause the production failure or increasing cost of management.　Particle size, properties of materials and the mixed ratio of ingredients will affect the physical properties of growth media, i.e. bulk density, porosity, aeration, water retention and percolation. Most of growth media provide few nutrients for crops growth, extra supplying nutrients, adjusting acidity for crop are necessary. Hardwood barks release high amount of manganese which affects on manganese-sensitive plants uptaking irons or being toxicity, addition of iron sulfate to the media is corrected the problem. Some media will accumulate salts after a long time growing crops or reusing the media, leaching extra salts process is needed.　Media containers' size, shape and height also affect the water and air status of media.

Key words: Growth media physical properties, growth media chemical properties, properties of material

種子苗之健康管理

張有明[1]、林信山[2]、林大鈞[1]、宣仲華[1]

摘要

種子和苗木生產為農業之母，有健康的種子苗才能生產好的花卉產品。而好的健康的種子苗生產包括種子、介質、環境及栽培管理等重要因子。種子生產有幾個必備條件，即最大遺傳純度，最大種子活力，和已去除帶有特定病原的種子，這也是健康種子苗生產的必備條件。種子採收後要盡快進行烘乾、篩選、保存的動作，以延長種子壽命。育苗播種時，播種前可用生長調節劑如激勃素打破種子休眠與進行種子滲調處理，在提高種子的發芽率與整齊度；機械化省時省工的穴盤育苗系統已漸漸取代傳統的育苗方式；而合適的水分、溫度、氧氣和光線等都是種子的發芽與幼苗的發育所要注意的重點，以及介質的選擇與調製也非常重要。利用特殊的微生物分泌物如木黴菌(*Trichoderma spp.*)或膠狀青黴菌(*Giocladium spp.*)或化學物質如水楊酸鹽、亞磷酸鉀能刺激植物啟動防禦系統，可誘導植物產生植物防禦素對抗入侵的病原菌及增強植物防病的功能。從生產、採收、考種、貯藏、育苗，每一步驟流程都影響到種子和種子苗的健康與品質，本文將針對這些影響因素加以說明。

關鍵詞：種子、種子苗、健康、管理

前　言

早期人類從事的農業活動，即是收集作物種子以供作物生產；種子具有重量輕、體積小、單價高、運送保存方便的特點，有些優良且特殊的高價種子，其單價比黃金、白金還貴。近年來先進國家，均了解到種子和苗木生產具有高度專業知識與精密科技的農業生產事業，種苗的生產是一資本密集、高產值具國際性的產業，無不頃全力投資種子和苗木產業的研究與開發(朱，2005)，所以種子和苗木生產為農業之母，是作物栽培的基本要素。要生產好的健康的花卉作物，必須先要有好的健康的種子苗。好的健康的種子苗生產要考慮到種子、介質、環境及栽培管理等因素。種子純粹以生產為目的，有幾個必備條件，即最大遺傳純度(Maximum genetic purity)和最大種子活力(Maximum seed viability)(何，1983)；

---

[1] 環球技術學院 生物技術系 助理教授
[2] 環球技術學院 生物技術系 教授

而已去除帶有特定病原(specific pathogen free)的種子，也是健康種子苗必備的條件之一(張，2008)。而種子的生產、採收、考種、貯藏、滲調(priming)，每一步驟流程都影響到種子的活力和品質，也影響到健康種子苗的生產(朱，2005；黃等，2002；Koranski, 1993b)。穴盤育苗系統(plug tray system)採機械播種節省播種的時間和勞力，一穴一苗可單獨獲得水分、養分和光線供應生長快速，加上病害不易擴散等優點，已漸漸取代傳統的育苗方式，因此介質的種類與穴孔的大小均扮演著關鍵的角色；合適的水分、溫度、氧氣和光線等都會影響種子的發芽與幼苗的發育(Koranski, 1993a)。由此可知要培育管理健康的種子苗，需要從種子的生產時就要注意其遺傳的背景，注意採收後的考種，貯藏的環境和播種前的處理、播種後的管理等層面和影響因子。

種子生產

種子、種球、苗木皆為作物種苗生產的來源，我們稱之為種原(germplasm)。種子苗(seedling)是指利用種子生產的苗又叫實生苗。作物在自然環境下，靠雌雄交配生產大量種子以繁衍下一代，由種子繁殖之種苗具有主根的根系，植株發育比營養繁殖苗強健、對土壤、氣候等環境的適應性及對病蟲害等的耐抗性也較強，加上體積小、重量輕運輸方便，乾燥種子貯藏容易且保存壽命長，一般的病害或毒素病均不經由種子傳染；所以利用種子繁殖生產種苗是最經濟有效的方法之一。短期作物如五穀雜糧、蔬菜、一二年生草花，及單莖作物如單子葉植物的椰子類等常採用種子生產。

種子繁殖是一種有性繁殖的行為，後代的個體間常會有變異產生；因此為了生產整齊度高、生長勢強、豐產抗病的種苗，近來作物改良專家利用育種方法生產雜交一代品種種子(F1 hybrid seed)，以取代傳統的育種方式。雜交一代品種(F_1)，具有產量高、生長勢強、整齊度高、且耐病性佳等雜種優勢，深受農民的青睞；加上此 F_1 雜交品種若自行留種，因為後代(F_2)分離大不具商業生產價值，農民下次栽種勢必仍要向原種苗商購買，因此近年來種苗公司紛紛以生產 F_1 雜交品種為主(蕭等，1988；施，1993)。生產優良種子需具備幾個條件(一)、維持品種特有的遺傳特性--為了確保遺傳背景的純正，常利用人工授粉生產雜交用的親本，雜交用親本需經六至八代的自交純化，才能成為同質結合(homozygous)的自交系，再利用不同的自交系相互雜交以生產具固有遺傳特性的 F_1 雜交品種。(二)、健全的生理狀況--所生產的種子充實飽滿發芽勢強、發芽迅速、發芽整齊、發芽率高，發芽後生長健壯能耐不良環境。(三)、純潔率高--收穫的種子不得含有果肉、果皮、果梗、泥土、砂礫等無生命雜質，及雜草種子、蟲卵、異作物種子、病原菌等有生命雜質。

台灣的處亞熱帶高溫多濕環境，作物種類多且全年繁延不斷，雖被稱為作物天堂，卻也是病虫害滋生的樂土。某些病原生物例如病毒(virus)、類病毒(viroid)、菌質體(phytoplasma)及部份專門入侵維管束輸導系統之細菌(xylem or phloem-limited fastidious bacteria)或真菌(fungi)，雖然大部分這些系統性的病原只藉由寄主的無性繁殖而感染後代種苗，但還是有部分的細菌、真菌及病毒等病原會入侵寄主的種子組織或污染種子之表面，隨著種子散佈而達到傳播感染之目的(張，2008)。過去經驗已經一再證實，經由種苗所傳播之病害通常會比栽培中後期才發生者，對作物的栽培與收成產生較大的威脅；所以確保採種植株健康不帶有病原菌，及種子採收前的病蟲害防治，以生產不帶有病原菌的『健康種子』，是農業界自古以來所努力追求目標，所以發展『健康種苗』增加農業生產、提升產品品質一直也是政府的施政重點。所謂健康種苗簡言之即栽植已去除特定病原(specific pathogen free) 之種子或苗，避免栽種帶有病原之個體，以降低田間作物生長初期之病原密度，甚至可將其完全隔離或消除，如此便可根除病害之發生或延緩或減輕病害之流行，也可以減少後續用藥的次數或必要性，對生態環境的保護有正面的意義。

種子保存

種子離開母體時，是其活力(vigor)最旺盛、發芽率的最高峰，隨著貯存時間的延長，活力及發芽率逐漸的下降(何，1983)，如何延緩種子活力及發芽率下降，延長種子貯藏壽命是種子保存上重要的課題。

Roberts(1973)將種子對乾燥之反應分為正貯型(orthodox)和異貯型(recalcitrant)兩類，依正常活力維持期的長短論種子壽命，異貯型又可叫做短壽種子，其活力只有數天、數月或不到一年，如漆樹、柳樹及一些熱帶果樹等，這類種子常須維持高的含水量，如銀槭(*Acer saccharrinum*)種子採收時含水量為 58％，當含水量低於 30-34％時，種子活力立刻消失，這類種子不易長期貯存；而大部分的果樹、蔬菜和花卉種子則多屬於正貯型，一般狀況下可維持 2-3 年以上，若是給予適當的低溫和低濕環境，可以維持 10 年以上甚至更久的壽命(朱，2005；Roos, 1994)。

種子水份含量影響種子貯藏壽命非常大，剛採收種子含水量高，種子未經乾燥含多量水份時，因呼吸作用旺盛，消耗養分，放出熱量，另一方面種子易發酵，微生物活動力強也易發霉變壞(施，1993)，通常隨著種子含水量增加，各種貯藏問題也越多，如含水量在 8-9％以上，昆蟲卵會孵化繁殖；含水量在 12-14％以上，菌類開始活動；含水量在 18-20％以上，種子呼吸作用明顯增加，溫度也會上升；含水量在 40-60％以上，種子會發芽；相反種子若含水量太低(1-2％)也會

降低種子活力和發率(朱，2005)，因此採收後宜儘快給予乾燥處理。種子為活生物體，烘乾的溫度一般不可太高，不宜超過 40℃，否則高溫易造成種子傷害而影響種子活性與貯藏壽命；依作物種類的不同，其種子貯存的適宜含水量也不同，一般而言種子含水量在 5-15%下均可做為貯存，例如番茄和結球白菜種子之適宜含水量為 6%，大豆、綠豆為 8%，但也有例外如洋蔥種子含水量低到 2%仍會發芽(何，1983)。種子含水量在合適範圍下含水量每降低 1%，貯存壽命可延長一倍(表一)；因此若將種子含水量降至其標準含量以下，利用簡易防潮裝置能維持低含水量，雖置放室溫下經 2-3 年仍有很高的發芽率。可見溫度也是影響種子貯藏壽命的重要因子，大都數種子可以貯存在 30-35℃以下，經試驗(表一)得知當溫度每降低 5℃，種子壽命可延長一倍(何，1983；張，1982：Harrington, 1963)。而種子容許的含水量與貯藏溫度有相互關聯，也就是說種子含水量越高時則必需貯存在越低的溫度環境，例如番茄種子含水量低於 9%，才可貯藏在 26.5℃環境下，若種子含水量低於 11%，要貯藏在 21℃環境，而種子含水量低於 13%，則必需貯藏在 4.5-10℃的環境下(朱，2005)。

表一、種子貯存壽命與水分、溫度之關係(何，1983)

Table 1. Then relationship between moisture contents, temperatures and longevity of seeds

含水量 Moisture content	溫度 temperature	貯存壽命 longevity
8%	30℃	1 年
7%(8%)	30℃(25℃)	2 年
6%(8%)	30℃(20℃)	4 年
5%(8%)	30℃(15℃)	8 年

種子成熟後為避免在母體上發芽，大都有短暫的休眠性，休眠期的長短與休眠的成因很多，大致可分為四大類來說明。(一)、由種皮的物理限制作用引起的休眠：這類種子由於種皮緻密堅硬吸水不易，或限制胚發育生長時，呼吸作用所需的氧氣，或阻礙胚根突破種皮的生長(宋和江，2004；宋和郭，2004；黃等，2002；黃等，2009)。如天竺葵種子，可以用刻傷、用砂紙摩擦種皮，或用酸液處理，可促使種皮軟化而吸收水分或容許氣體進出。倒地鈴種子用 95%的濃硫酸處理 12 小時或刻傷處理，可有效促進種子發芽，發芽率可達 85-90%(表二) (呂和黃，2008) 。(二)、由化學抑制物質引起的休眠：在植物果實中之果肉、種皮、

或種子內之胚乳組織中，常含有抑制發芽的化學物質，當化學物質消失則種子就會發芽(Atherton and Farooque, 1983)。有些沙漠直物的種子，由於生態環境特殊，在自然界必需經大量雨水淋洗，即確保有充足水分後才發芽，如松葉牡丹；又如鳶尾之胚乳中含有水溶和脂溶性的抑制物質，也必須用水沖洗後才能發芽。(三)、型態上發育不全的休眠：這類種子當脫離母株時，胚仍未發育完全，其胚可在播種吸水後種子萌芽前繼續發育；如毛艮科、罌粟科種子可用 15℃以下低溫、或變溫處理，或激勃素(gibberellin)、硝酸鉀等藥劑處理可以打破休眠；石楠、仙客來、櫻草等其休眠機制尚包括內種皮的抑制作用，即內生化學抑制物質等，用激勃素處理在 20℃下播種可以促種子發芽；有些熱帶單子葉植物如椰子類，種子需貯藏數年才會發芽，可將種子貯藏在 38-40℃下經 2-3 個月可促進發芽，用激勃素處理也可以促進發芽。(四)、胚休眠作用：有些溫帶植物或多年生草本植物，其種子需經一段低溫的濕冷層積(cold stratification)貯藏，種子才會發芽，例如前年從大陸引進貼梗海棠(木瓜花)種子，用濕潤的三號蛭石層積放置 4℃冰箱，經冷藏 6-8 個月才陸續萌芽。

表二、前處理對倒地鈴種子發芽的影響(呂和黃，2008)
Table 2. Effect of pretreatment on seed germination of balloon vine

處理 Treatment	發芽率(%) Germination percentage
CK	25[e※]
95% sulfuric acid for 20mins	55[d]
95% sulfuric acid for 40mins	65[c]
95% sulfuric acid for 12hrs	85[b]
Hydrogen peroxide for 30mins	0[f]
Hydrogen peroxide for 60mins	0[f]
Sodium hypochlorite for 30mins	0[f]
Sodium hypochlorite for 60mins	0[f]
10℃ water for 12 hrs	0[f]
90℃ water for 12 hrs	0[f]
Scarification and 25℃ water for 12hrs	90[a]

※ 經鄧肯氏多變域顯著性測驗 P=0.05 英文字母相同者表示差異不顯著
Means within same column with different letters were significantly different at 0.05 level.

育　苗

種子苗培育的過程，包括播種前種子的調理，播種時介質、養分的調配，水分、溫度、氧氣和光線等合適環境的提供，才能培育出一株健康的種子苗。影響種子發芽的內在因素有種子的成熟度、新鮮度和休眠性等及水分、氧氣、溫度和光線等外在環境因子。完全成熟的種子發芽快、發芽率高、整齊度高、所培育的幼苗也健壯整齊(張等，2006)。新鮮的成熟種子為避免在母體上發芽，大都具有休眠性，而休眠期的長短與打破休眠的方法很多，如在播種前進行刻傷、變溫處理、濕冷層積或激勃素、硝酸鉀等藥劑處理打破休眠促進發芽；非新鮮或經一段貯藏的種子其生長勢、發芽率都下降，可利用種子的滲調處理，改善種子的發芽率、提高發芽整齊度。滲調主要目的為加速種子萌芽，提高萌芽整齊度，尤其在不利於種子萌芽的環境中(宋，2003；宋和江，2004；Khan, 1992；Parera and Cantliffe. 1994)。如菠菜利用滲調處理種子在 30℃下，其發芽率明顯比對照組高 51％(表三)，發芽所需天數縮短 12 天，且田間收穫量亦高於對照組約 23%(表四)(黃等，2002)。

發展『健康種苗』增加農業生產、提升產品品質一直是政府的施政重點。所謂健康種苗簡言之即栽植已去除特定病原(specific pathogen free) 之種子或苗，避免栽種帶有病原之個體，以降低田間作物生長初期之病原密度，甚至可將其完全隔離或消除，如此便可根除病害之發生或延緩或減輕病害之流行，也可以減少後續用藥的次數或必要性，對生態環境的保護有正面的意義。我國早在 50 年代就成立種子檢查室，推廣稻種消毒控制了稻苗徒長病與稻麴病的流行(張，2008)，短期作物的花卉、蔬菜種子避免攜帶病原菌，及保護初期幼苗發育不受土壤病菌的危害，都會進行藥劑拌種的披衣(粉衣)(seed coating)處理(曹，2003；宋，2003；)，更有因種子小、輕、形狀不規則或不易單粒，進行種子造粒處理(seed pelleting)添加黏著劑、填充劑、色素、微生物或殺蟲劑等，使種子變大成為圓型，形狀一致有利於播種且發芽整齊(宋，2003)。要避免種子不攜帶病原菌，積極的作法是利用育種策略育出抗病的品種，近年來國內在花卉這方面也有許多的成功例子(林和陳，2008)，如唐菖浦「台農一號」抗首腐病(neck rot)，稍抗灰黴病(Botrytis gray mold)(戴和蕭，2001)，銀柳「「蘭陽一號」」耐青枯病(bacterial wilt)(陳，2004)，聖誕紅「桃園核研一號」抗耐苗腐病(damping off)、立枯病(seedling blight)、灰黴病(傅等，2007)，金線連「彩金蘭」耐莖腐病(stem rot)(蕭和吳，2007)，這都是培育健康種子苗的標竿。

穴盤育苗系統(plug tray system)採用一定大小的盤，盤面固定但有不同的孔洞數與孔洞大小之穴盤可選擇，有如貨櫃具有一定的尺寸規格，便於播種機的運作，機械化操作、搬運、輸送，可節省播種育苗的時間和勞力成本，一穴一苗可單獨獲得水分、養分和光線供應生長快速，加上病害不易擴散等優點，已漸漸取

代傳統的育苗方式(黃等，1999；Koranski, 1993a)，自 1971 年開始研究至 1981 年短短十年中已佔美國種苗市場的 57%，至 1987 年更達 75％市場佔有率(Koranski, 1990)，本省近幾年也積極發展此穴盤育苗系統，由於系統必需利用設施和機械操作設備，初期投資成本高，且須有相當的育苗知識與技術，加上必須是該產業規模足以容納此系統所提供的大量種苗且符合經濟效益，因此並非每種作物均能利用此系統 (黃和王，1998；Koranski, 1993a)，本省花卉種苗的生產以無性繁殖苗為主，而且大面積的種子苗常採撒播方式(如花海)，因此目前花卉種子苗的生產規模仍不夠大，雖部分採用穴盤育苗，但仍以人工方式進行裝填，播種等栽培與管理的操作。

播種後水分、氧氣、溫度和光線等條件的搭配與管理，決定種子苗培育的好壞。吸水是種子發芽過程的第一步，當種子吸水達到其含水量的 26-70%即開始發芽，水份通常由珠孔或臍部進入，水使種皮變軟利於萌芽及氣體的交換，並促進種子內物質的變化，如氧化作用促使養分的轉化有助於胚的發育生長，生長快速意味著呼吸作用量大，因此發芽時除了大量水份外，還需供應足夠的氧氣。因此介質需具備保水力好又透氣性佳的兩項基本條件，且介質本身不得帶有病蟲害、穩定性高不易腐壞、價格低廉也都是考慮的因素，目前常用的有水苔、泥炭土、蛭石、珍珠石和細椰子纖維…等介質，加上價格成本的考量，除了高單價的蝴蝶蘭栽培使用水苔單一介質外，其他大都採用兩種或兩種以上的介質混合使用。而穴盤育苗為一穴一苗可單獨獲得水分、空氣、養分和光線供應，且花卉的育苗，常採用 128 孔、288 孔甚至 406 孔，因所需介質量少，並配合噴霧灌溉、或底部吸水及設施保護，介質的通氣性反而比保水性還來的重要(Koranski, 1993a,b)。

有些特殊的微生物分泌物或化學物質能刺激植物啟動防禦系統，誘導植物產生抗性物質(anti-pathogen substances)，對抗入侵的病原菌，稱之為誘導性抗病(induce resistance)，其機制如同人與動物施打預防針，當特定的病原菌入侵時，職務可以判識，立即啟動防禦系統，產生植物防禦素(phytoalexin)對抗病原菌。如根圈螢光細菌能刺激植物生長，被稱為 Plant Growth Promotion Rhizobacteria (PGPR)，而拮抗微生物中，如木黴菌(*Trichoderma spp*.)或膠狀青黴菌(*Giocladium spp*.)除能直接對抗病原菌外，亦有增強植物防病的功能。在化學物質方面如水楊酸防治灰黴病、亞磷酸防治露菌病，均能增強植物抗病性，尤其是亞磷酸的防病效果最佳，使用得宜幾乎可以預防作物的疫病與相關渠菌類所引起的病害(表五)(林等，2004)，所以育苗期接種木黴菌、或菌根菌或每 7-10 天施用亞磷酸、水楊酸，有促進養份吸收及增強植株健壯的效果。

表三、滲調處理對菠菜種子發芽之影響(黃等，2002)
Table 3. Priming effect on the germination of spinach seeds

	發芽溫度(Germination temperature)					
處理別	15℃			30℃		
Treatment	發芽率 [z] FGP(%)	GT_{50} [Y] (days)	GT_{90} [X] (days)	發芽率 [z] FGP(%)	GT_{50} [Y] (days)	GT_{90} [X] (days)
滲調組 priming	97.3[a※]	2.0[b]	3.7[b]	64.0[a]	1.8[b]	4.0[a]
對照組 control	73.3[b]	3.6[a]	6.6[a]	13.3b	3.0[a]	5.3[a]

x GT_{90}：達到最終發芽率之 90％所需天數
Time to 90％ germination
y GT_{50}：達到最終發芽率之 50％所需天數
Time to 50％ germination
z 發芽率 FGP(%)：調查 7 日之最終發芽百分比
Final germination percentage for 7 days
※鄧肯氏多變域顯著性測驗 P=0.05 英文字母相同者表示差異不顯著
Means in each column with different letters were significantly different at 0.05 level.

表四 滲調處理對菠菜產量之影響(黃等，2002)
Table 4. Priming effect on the production yield of spinach seeds

處理別 Treatment	產量 Production yield (kg/0.1 ha)
滲調組 priming	1213.4[a※]
對照組 control	933.1[b]

※鄧肯氏多變域顯著性測驗 P=0.05 英文字母相同者表示差異不顯著
Means in each column with different letters were significantly different at 0.05 level.

表五、亞磷酸(1000ppm)防治花卉作物病害之效果(摘錄自黃等，2004)
Table 4. Priming effect on the production yield of spinach seeds.

作 物	病 害	病 原 菌	危害部位	防治效果(%)	施用方法
非洲菊	疫病	*Phytophthora cryptoge*	主根與地際部	60-90	土壤灌注三次(田間試驗)
虎頭蘭	疫病	*Phytophthora spp.*	全株	70	葉面噴佈施用一次
				100	葉面噴佈施用三次
報歲蘭	疫病	*Phytophthora spp.*	全株	57	施用亞磷酸二個月後接種
文心蘭	疫病	*Phytophthora spp.*	全株	90-95	葉面噴佈每月施用一次
葵百合	疫病	*Phytophthora spp.*	全株	60	葉面噴佈施用一次
				80-90	葉面噴佈施用二次每七天一次
				95-100	葉面噴佈施用二次每七天一次
金線連	腐敗病	*Pythium spp.*	幼苗全株	100	葉面噴佈(溫室實驗，謝式拌玉資料)

結 論

「好的開始，是成功的一半」，培育健康的種子苗，種苗健康病害發生少，就可減少噴藥，降低生產成本，又可提升產品品值，造福農民，對於環境的保護與生態之平衡又具有正面意義，值得大力推展。種子生產需具有高度專業知識與精密科技的農業，是一資本密集、高產值具國際性的產業，先進國家無不頃全力投資種子和苗木產業的研究與開發。近年來我國的國民所得增加，對花苗的需求也增加；政府投入大量資金在花卉種苗的生產與研究，也均有長足的進步與發展；如何加強花卉新品種的開發，尤其是抗病品種的培育，及栽培管理的改進，應是健康種子苗今後發展的方向。

引用文獻

朱建鏞。2005。園藝種苗生產。三民書局。263 頁。

何以涼。1983。 亞蔬種原之收集，保存與利用。蔬菜作物種源庫指引 第一輯 p.271-276。台灣省農業試驗所編印 。

宋妤。2003。 蔬菜種子處理技術。蔬菜種子產業發展座談會專輯 p. 27-31。中華種苗學會編印

宋妤、江怡睿。2004。滲調處理促進結球萵苣種子發芽時 endo-β-mannanase 之活性。中國園藝 50(3)：295-306。

宋妤、郭宗淵。2004。菜豆種子滲調之研究。中國園藝 50(4)：429-440。

呂廷森、黃俊凱。2008。倒地鈴種子發芽處理及盆栽化。台灣園藝 54(2)：183-188。

林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳。2004。作物病害之非農藥防治(再版)。53 頁。

林俊義、陳甘澍。2008。作物抗病育種之現況與展望。節能減炭與作物病害管理研討會 p.13-59。行政院農業委員會 農業試驗所與中華民國病理學會合編。

黃玉梅、王小華。1998。不同育苗法及苗齡對番茄種苗生育性狀與產量影響之研究。中國園藝 44(1)：41-47。

黃玉梅、王小華、陳國雄。2002。種子滲調處理於菠菜生產栽培之應用。中國園藝 48(2)：117-123。

黃怡菁、許圳塗、陳佑人、謝英雄。2009。果實成熟度、種子刻傷處理與培養基組成對流蘇種子整齊萌芽之影響。台灣園藝 55(1)：1-12。

張武男。1982。 台灣蔬菜作物之種質庫。種子及種苗-遺傳資源之引種、保存、紀錄及利用-研討會專集 p.111-117。台灣省 農業試驗所發行。

張莉莉、鄭克俊、朱添進、宋芬玫。2006。園藝種苗生產。地景企業股份有限公司。225 頁。

張清安。2008。作物健康種苗在病害管理上之回顧與展望。節能減炭與作物病害管理研討會 p.61-86。行政院農業委員會 農業試驗所與中華民國病理學會合編。

施俊源。2003。農友種苗公司蔬菜種子生產概述。園藝種苗產銷技術研討會專輯 II p.29-33。農林廳 種苗改良繁殖場 編印。

陳季呈。2004。 銀柳新品種「蘭陽一號」(貴妃)-花苞大、色澤鮮紅。花蓮區農業改良場　農技報導 41：1-4。

曹幸之。2003。 種子生產技術。蔬菜種子產業發展座談會專輯 p. 25-26。中華種苗學會編印

傅仰人、楊雅淨、鄭隨和。2007。 聖誕紅桃園核研 1 號和 2 號新品種之育成。 農政與農情 184：89-92。

蕭玉柱、吳明哲。2007。觀葉蘭…台農1號’彩金蘭’之育成。農業試驗所 技術服務 69：10-13。

蕭吉雄、張有明、楊偉正、曾肇宏。1988。 瓜類種子生產技術 園藝種苗產銷技術研討會專刊 p.117-123。農林廳 種苗改良繁殖場 編印。

戴廷恩、蕭吉雄。2001。 唐菖浦台農一號之育成。 農業試驗所 技術服務 45：15-17。

Atherton, J. G. and Farooque, A. M. 1983. High temperature and germination in spinach. II. Effects of osmotic priming. Scientia Hort. 19:221-227.

Harrington, J. F. 1963. Practical instructions and advice on seed storage. Proc. Int. Seed Test. Ass. 28:989-994.

Khan, A.A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. Hort. Rev. 13:131-191.

Koranski, D. S. and S. R. Laffe. 1990. Plug produce. Plug symposium, eliminate Mistake/Improve Quality. The Ohio State University Press.1-12.

Koranski, D. 1993a. Plug production technique. Proceeding of 2nd symposium on seed industry and marketing of horticultural crops. p.15-27.

Koranski, D. 1993b. Plug: Problem, Concerns, Recommendation. Proceeding of 2nd symposium on seed industry and marketing of horticultural crops. p.81-87.

Parera, C. A. and Cantliffe, D. J. 1994. Presowing seed priming. Hort. Rev. 16:109-141.

Roberts, E. H. 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology. 1:499-514.

Roos, E. E. 1994. Recent advances in seed preservation technique. Plant germplasm conservation: perspectives for the 2000s p.61-81. Taiwan Agricultural Research Institute. Taichung, Taiwan, ROC.

The Management of Healthy Seedling

You-ming Chang[1], Hsin-shan Lin[2], Da-Gin Lin[1] and J.H.Shiuan[1]

Abstruct

Seeds and seedlings are the basic in agricultural production. Good flower's product must be come from healthy seedling. Seed quality, medium, environmental condition and field management are major influence factor for healthy seedling. Good seed quality will also be included maximum genetic purity, maximum seed viability and specific pathogen free. When seeds harvests must be dried, screened and stored in short time for postponing seed life. Breaking dormancy (e.g. growth regulator of gibberellin) and priming treatment before sowing will be increased the rate of seed germination and uniformity. Plug tray system by means of mechanization and save-labor culture, save-time culture is gradually taking over the traditional seedling growing pattern. The optimum condition of water, temperature, oxygen and light… etc., will be beneficial for seed germination and seedling growth. Medium kinds should be considered is also very important factor. Using specific secretion of microorganism, e.g. *Trichoderma spp*., *Giocladium spp*. or chemical compound, e.g. salic acid, phosphorous acid could induce plant defence system, by means of phytoalexin production to resist pathogens invasion and to enhance plant defence function. This article was investigated about influence factors(such as seed production, harvest, drying, storage and nursery culture…etc.) of seed quality and seedling health.

Key words: Seed, seedling, health, management

[1] Assistant professor, Transworld Institute of Technology
[2] Professor, Transworld Institute of Technology

扦插苗之健康管理

朱建鏞[1]

前　言

將植物部分之根、莖或葉器官插(埋)入栽培介質中，經一段時間後，由根再生出芽，或由莖再生出根，或由葉再生出芽和根，使成為一個可以獨立生存於自然界的個體，這種操作稱之為扦插，是植物最重要的繁殖方法。供作扦插繁殖的器官稱為插穗，供採取插穗材料之植株稱為採穗母株，而所繁殖出的苗稱為扦插苗。而生物體無傷、無病、具旺盛的生命活力則稱之為健康個體。無病、無傷很容易可以由外表看出，然而何謂旺盛的生命活力往往很難從外形看出來，必須已經知道原有植株的生長概況，才能判別植株的生命活力。

健康採穗母株的管理

採穗母株在適當的生長環境下，且必要時利用病蟲害綜合防治方法。要維持無病、無蟲或無傷是很容易做得到的，然植物隨著生長時間，循著幼年、成熟、老化、最後死亡，一年生植物在一、二年之內完成上述的生命循環，但多年生植物在開花老化之後，往往會因經過冬季的低溫期而從衰老狀態恢復其生命活力，此現象我們稱之為回春。另外多年生植物經適度修剪，促使基部腋芽(生理年齡小)萌發也可以回復生命的活力，也是回春的一種方法。季節性開花的植物，生殖生長期間因同化產物的競爭將不利於發根，又開花結果後的植株因同化養分已消耗，也不利於發根。換言之，在此時扦插的苗根系發育不好，也就是不健康的扦插苗。因此健康採穗母株的管理，包括與一般栽培區隔離、避免病害、蟲害的感染，在肥料管理上，需定期合理施肥，並避免植株進入生殖生長，使採穗母株一直維持在旺盛的營養生長狀態。一旦母株進入花芽分化，就不建議再採插穗，而且採穗母株開花後，要給予回春處理，恢復生長活力後才能再採插穗。

扦插操作上的衛生

扦插操作時有兩件必須注意到的衛生管理：一為插穗的衛生管理，另一為扦插介質與插床的管理。

[1] 中興大學園藝學系

採穗最好以摘心方法，少用工具(刀刃或剪刀)。若需用工具，工具需保養消毒。又工作時最好戴不吸水的薄層乳膠手套，萬一要消毒雙手時(例如採到病枝)，不傷手且比較容易消毒。採下的插穗立刻置於乾淨的塑膠袋中。掉到地上的插穗，不能再做為插穗。為了保持採穗母株栽培場所的衛生，工作中丟棄的植物殘體等必須丟棄在另外容器中。在歐洲苗圃工作人員都穿戴圍裙，圍裙有一大口袋，是收集工作中廢棄植體的(如附圖)。

扦插所用的介質除物化性外，需注意其生物性，即介質中不能有病原菌。扦插期間插穗若有落葉或乾枯腐爛，需隨時撿除以維持插床的衛生。另外扦插床由於潮濕，很容易滋生藻類，也需定期清洗消毒。

扦插苗定植之管理

一般草本植物扦插 3-4 週發根，而木本植物則在 4-6 週發根。發根的插穗假植或定植時所使用的栽培介質和容器，所要求的衛生條件與扦插時相同。又插穗種植時，宜避免新根受傷，致使病原菌由傷口侵入，或也可以澆灌藥劑防止立枯病等根部病害。種植好的扦插苗不宜置於強光下，應按植物耐光逆境的程度，漸次的進行光馴化。扦插苗在馴化期間可以施低濃度液肥。

若有枯枝落葉也應隨時清除，必要的化學藥劑防治也應定期噴施。

結　語

控制種苗，就能控制生產。有好的扦插苗，才有好的產品。扦插苗之生產，在每個生產的環節，除了注意衛生，定期進行病蟲害防治工作外，避免採穗母株、插穗以及扦插苗遭受生理上的逆境，如光強度、光週期、溫度以及水分等，才能使扦插苗保持保有營養生長的活力，即成為最健康的種苗。

採穗時穿戴手套及圍裙，不使用工具(左)，採下的插穗置於乾淨塑膠袋中(右)。

組織培養苗之健康管理

文紀鑾[1]

摘 要

在健康種苗產業發展中影響成功的因子很多，組織培養能夠成功的管理是因為所有生產條件能被控制，其中最重要的因素就是能後夠控制微生物污染及突變。健康種苗的管理應具備：1.健康的母本與培植體。2.生產健康種苗之組織培養作業管理。3.病毒的檢測及控制。4.組織培養健康種苗的認証。

關鍵詞：組織培養、健康種苗、微生物污染、突變

前 言

組織培養應用在健康種苗生產體系其主要內容應包括去病毒技術與控制變異種苗繁殖技術。在台灣此類技術應用在花卉種苗繁殖最多，尤其是蘭科植物，在國際行銷上更顯重要，另外，在果樹類與蔬菜類作物也利用此技術病毒病害病及細菌性病害，此在香蕉、葡萄、百香果、馬鈴薯與草莓已執行多年，成效顯著，多數人在談健康種苗重點多放在病毒病，但詳細的解釋無病毒苗(virus-free seedling)，指的是無特定病毒病之苗，而非無所有病毒之苗。

組培苗微生物污染

組織培養的培植體來自自然界，在大自然中可在植物上發現的微生物，對植物而言可分為有害(一般病原菌)、有益(菌根菌、溶磷菌等)、或無害無益，但對廣義的組織培養而言，都視為微生物污染(microbial contamination)，都應去除，這也是目前大家普遍可接受的定義，但在組培中少數無害也無益，甚至有益的微生物，如在金線蓮培養中發現一些菌種，反而有助於移植成活率，早期蘭花的無菌播種，會利用蘭菌共培養，而促進種子發芽，但以目前商業生產的標準，就必須接受廣義的標準。在組培中微生物污染大致可分為：(一)、真菌。(二)、細菌。(三)、病毒、類病毒、植物菌質體(Agrios, 1988)。前二者可用肉眼看到，俗稱發霉，可直接丟棄，後者感染瓶苗必需用檢測的方式才可發現及作確認，根據 1997 年正式統計在全世界被發現的植物病毒約有 49 科 73 屬

[1]行政院農委會種苗改良繁殖場

977 種(Milton and Palukaitis, 2000)，每年因病毒損失約 600 億美金，因此組織培養健康種種苗，主要研究放在無病毒的健康種苗。

一、組培苗污染的問題

組織培養技術能夠容易成功應用到大量繁殖，通常用作為培殖體的部位 1.多數利用種子無菌播種、頂芽、側芽、花梗節腋芽、貯藏組織(球莖、塊根、塊莖)、根莖、走莖培養來大量生產組織培養苗，2.少部分使用葉片、花器(花瓣、花藥、子房、柱頭)、節間或根。3.使用生長點。根據不同的需求，前二者無法直接從植物體得到無病毒的健康組培苗，唯有生長點培養可得到無病毒株。培殖體在進入組培前所作的消毒工作，簡單的說，只是體表面的消毒，而且只針對真菌及細菌有效，對於有些病原微生物，例如病毒、類病毒、植物菌質體，以及部分專門入侵維管束輸導系統的細菌，則無法去除，這也就是一般俗稱的「內生菌」(Resident endophytic bacteria)，直到目前為止，也是組培技術發展中一直存在無法解決的問題，僅能儘量預防，加藥或其它處理作局部控制，最後只能用去除瓶苗，更新母瓶的手段來防止內生菌的擴大。

二、污染的原因及解決方法

造成微生物污染的的原因，包括以下四種情況：1.親本(培殖體)：植物體表面附有菌體，未能消毒完全，造成發霉。2.操作設備與器械：如無菌操作台、鑷子、刀子，無菌操作台台面消毒，使用前20分須打開循環風扇，過率網的有效性(阻塞或破損)。3.操作方法：人員操作時手部的消毒，講話、噴嚏都會造成程度上不等的污染，其它操作流程及培養瓶等器物擺設的位置，也會影響發霉。4.培養環境：此包括操作室及培養室的潔淨程度，潔淨度越高，直接或間接都會降低污染率。其解決方法：1.親本從外面收集回來，可先置於溫室一段時間，利用殺菌劑，減少表面附著菌體，另可利用在溫室中新長出之芽體，可減少污染原；種薯可置於室內或暗室預處理長出徒長之芽體；培植體可利用次氯酸鈉(NaOCl)，酒精等消毒劑，利用濃度及時間找到最佳組合，提高消毒成功率。2.化學藥劑處理(chemotherapy)：培養基添加殺菌劑或抗病毒藥劑(Howell *et al*., 2001),，Luna (2009)氏等人使用不同抗生素，並作不同組合，可以有效抑制瓶內細菌生長，Virazole可抑制病毒核酸的合成，用來去除梨之*Prunus necrotic ring spot virus* (PNRSV)和*Apple chlorotic leaf spot virus* (ACLSV)二種病毒(Cieślińska, 2007)。3.熱處理(thermotherapy)：親本在組培前高溫預處理(Howell *et al*., 2001)， 在切芽前利用高溫(28-36℃)培養4週，減弱病毒活力。4.操作設備與器械消毒：無菌操作台需注意濾網的有效使用時間及更換率網，使用生菌落塵測定儀(particle counter)，可檢測濾網有無破洞，初級過濾網使用阻塞會減少風量，造成內部正壓降低，影響污染，需適時更換，紫外線燈有效性會隨時間而衰減；鑷子、刀子消毒採用酒精燈(本生燈)滅菌，或採用高溫高壓殺菌鍋滅

菌，使用後者，可利用殺菌指示帶，高溫指示器，作殺菌確效，最常忽略的是高溫高壓殺菌鍋之殺菌確效，需作定期檢測保養，亦可置放一高溫指示器測試，藉由顏色的改變可了解殺菌鍋確實有無達到完全殺菌。此影響培養基及器械的消毒完全與否。5.人員的消毒多利用戴手術用手套配合75% 酒精殺菌，操作方法及流程需靠訓練及經驗來降低污染率。6.操作及培養環境，需作平時定時的消毒及配合生菌落塵測定儀檢測作確效，一般大型培養室設計多設有浴塵室，但需注意率網的更換，若使用無塵室(clean room)設計，需定時更換不同等級之過率網，培養室的定時消毒及人員物品進出的管制可延長無塵室的正壓及壽命。另為增加操作室的潔淨，可裝設紫外線燈，作為下班後，無人時的滅菌用，維持操作室的清淨度。

三、微生物污染判斷時機與檢測方法

在組織培養過程中因細菌或真菌造成的污染，從培殖體植入培養基中開始算起，培養基出現菌斑，而被肉眼發現及判斷，可因出現天數不一樣而大致可判斷何種原因造成之污染，其中可分為1.第一天(即培植體移入次日)即看到菌斑，此多為培養基消毒不完全。2.第3-5天發現菌斑，此多為人為操作、器械、培殖體消毒不完全，或內生菌所造成。3.若為14-30天才發現則此多為內生菌及蓋瓶不當造成之污染。4.若為半年以上才發現，則多為培養環境及蓋瓶不當或破損所造成，少為內生菌所造成，對於繼代多次或多年的瓶苗，可能在某次繼代不當造成污染。對於病毒所造成的污染，無法用肉眼或菌斑發現，由於培養基中為富含營養及高生長調節劑的關係，芽體生長旺盛，無法出現嵌紋病毒的特徵，此需用檢測方法來判斷。一般檢測的方法隨著生物科技的進步不斷創新，目前一般使用：1.培養基測試法，利用多次繼代培養，不斷淘汰污染瓶。達到篩選的目的(Knauss ,1976)。2.利用血清(Edwards and Cooper 1985)及抗體檢測(Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)。3.核酸探針(polymerase chain reaction, PCR) (Sediva *et al*., 2006)檢測DNA或RNA。前者用於檢測真菌及細菌，後二者可用於檢測真菌、細菌及病毒。有關病毒檢測，在使用抗體或核酸檢測二法中，在成本上使用ELISA較PCR便宜，在敏感度上PCR較準確，因此重點在使用時機，若檢測瓶苗中的病毒，則以核酸檢測較準確，因瓶內芽體病毒含量及活力較低，ELISA讀值低可能造成誤差，若將瓶苗移出瓶外隔離種植，成活後，採取第一片葉片檢測，則可以使用ELISA，敏感度增加，較省成本。

組培苗變異

組織培養是利用已知的培養條件，作人為的操控，達到最終增殖及增產目的，其中應用的原理之一，就是藉由細胞不斷的分裂增殖(cell proliferation)，經

過分化(differentiation)，而形成器官(organ)或組織(tissue)，在此過程中的第一步驟，細胞增殖，運用了生長調節劑(growth regulator)，俗稱荷爾蒙的添加，及不斷的繼代培養，因此培殖體在高生長調節劑且長時間培養在培養基中，細胞的增殖中，DNA 也隨之快速的複製，因此無形中增加了突變(mutation)的風險，影響了組培苗追求均一性的品質，當然從育種的角度，也在藉由非兩性結合，創造出不同 DNA 組合的新個體，而創造新品種，這是組培苗變異的唯一好處，但是組培苗大量生產追求的是性狀一致的品質，因此需要找到快速增殖與性狀一致的平衡點，也就是荷爾蒙添加的平衡點，荷爾蒙越多，增殖倍率越高，但芽體變小，有時呈過度叢生狀，成活率變低，變異率增加；荷爾蒙低，則繁殖倍率減少，不符合組培的經濟效率，失去組培的意義，適當的繁殖率有助於維持性狀一致性，叢生芽之繁殖倍率一般採用 2-4 倍，視種類而定，組培苗量產中為減少突變常用的二方法，分別為控制荷爾蒙及定時的更新母瓶，控制變異。另外荷爾蒙的選擇也很重要，近幾年來多種報告使用 thidiazuron(TDZ)進行增殖的報告，其具有極強的細胞分裂素活性，然而是否會引起組培苗變異仍有待探討。在組織培養報告中大多數使用細胞分裂素 BA 及生長素 NAA，培養出的植株，有的報告認為不影響變異 (Tokuhara. and Mii, 1998)，有的認為會產生變異 (Kane *et al*., 1987)。此外培養基中添加 2,4-D，可能會造成組織培養苗倍數體的變異 (Mishiba *et al*., 2000)，因此組培有效的增殖效率應兼顧移殖成活率及突變率。

組織培養健康種苗管理

過去組織培養研究重點大部分著重在增殖倍率，隨著商業及國際化腳步開始發現，病毒會隨著組培苗傳佈，健康種苗開始受到全球的重視，且多種機構建立檢查制度，包括國際種子檢查協會（International Seed Testing Association，簡稱 ISTA）之國際種子檢查規則（International Rules for Seed Testing）進行檢查程序，歐洲暨地中海地區植物保護組織（European and Mediterranean Plant Protection Organization，簡稱 EPPO）也針對 28 種無性繁殖作物種苗建立健康種苗檢查制度，並核發檢疫證明及種子檢查相關證書。 荷蘭種球檢查實驗室，協助農民栽植健康無病毒的種球及檢查種球病毒感染率，訂定分級標準制度。該國除了設有球根花卉檢查中心（Dutch Flower Bulb Inspection Service）之外，另設有園藝作物檢查服務中心（Naktuinbouw），專責其他花卉健康種苗檢查之工作，約可進行 80 種不同花卉病毒檢查及品質認證，並核發不同等級的證書。因此組織培養健康種苗的技術開發勢在必行，其執行必需達到下列要求：

一、無病毒的母本園及親本

組培母本保存園，必需具備可防止咀嚼式及刺吸式口器之昆蟲或軟體動物進入之設施。並有一離地的栽培架。禁菸，人員進入園區溫室(設施)工作前，需有簡單的消毒處理或戴手套及頭套。使用切芽工具需經高溫滅菌，應準備二套(或以上)工具，以一株一套使用為原則，避免株間工具交叉使用造成之污染。親本置入溫室中，需經病毒病檢查合格，使得放入，母本單株，須獨立標示並放置一區，單株間距加大，枝葉不得有相互接觸之機會，發現疑似病毒感染徵狀之病株，須立即單獨隔離或移出本園區。

二、組織培養作業管理

具備之操作台為「生產無病毒種苗專用無菌操作台」，不得與其它生產非無病毒等級種苗之無菌操作台混用，無菌操作台內工具需以高溫或火燄消毒，不得使用漂白水或藥劑消毒，操作使用相關工具(指切割刀具、鑷子及工作盤面)需以單株單芽為一批號，更換消毒(指高溫或火燄)再使用之，以單芽為一批號(單位)，建立初代培養之編碼制度，繼代培養生產階段須記錄世代之間之繼代次數、批號及瓶數之「生產記錄表」。

三、病毒的檢測及追蹤

確定利用組織培養繁殖健康種苗之親本在繁殖過程中有五個病毒檢測點(check point)，分別為(一)、母本期：母本需經目視無病毒徵狀，經一步用ELISA 檢測，確認無病毒始可進入切芽階段。(二)、該芽初代培養及經多次繼代培養產生之母瓶進入量產前需經 ELISA 及 PCR 檢查通過，才可進入量化生產。(三)、量化後之增殖芽體，在未來的多次繼代過程，利用 ELISA 及 PCR 法，採用不定期抽檢增殖瓶(四)、在瓶苗發根後，出貨前進行抽檢，合格後始出貨。(五)、若必需種植為穴盤苗(或一代種薯)才出貨，則需在穴盤苗(或一代種薯採收前)進行最後一次抽檢，避免病毒二次感染。

組織培養健康種苗的認證

台灣加入 WTO 後，為增加台灣種苗在國際競爭力，並與國際接軌，農委會防檢局積極推動植物健康種苗制度，除辦理強制性種苗檢查制度，推動輔導性種苗檢查認證制度，希望藉由市場機制輔導業者採用健康種苗，以降低病蟲害感染率，提昇種苗品質及產業競爭力。農委會於八十六年召開會議選定馬鈴薯、甘藷、大蒜、綠竹筍、草莓、甘蔗、豇豆、柑桔、香蕉、百香果、文心蘭、火鶴花、彩色海芋等十三種作物為推動對象，目前已推動執行組織培養健康種苗的認証包括：文心蘭：防檢局於九十一年三月十二日公告施行「文心蘭

無病毒種苗驗證作業須知」。於九十五年二月二十三日公告「文心蘭無病毒種苗驗證作業須知」修正為「文心蘭種苗病毒驗證作業須知」及修改部分規定內容，並明定種苗病毒感染分級標準。蝴蝶蘭：防檢局於九十二年八月邀請學者專家及業者就蝴蝶蘭種苗病毒驗證制度推動相關事宜提供意見，並訂定「蝴蝶蘭種苗病毒驗證作業須知（草案）」。經三年的討論修正，已於民國九十五年四月二十八日公告施行「蝴蝶蘭種苗病毒驗證作業須知」。

結 論

組織培養種苗產業為高資本及技術密集、高產值及國際流通的特色，在貿易國際化及經濟自由化的趨勢下，世界先進國家皆大力投資於組培苗之研究與開發，且種苗重量輕、體積小、運輸方便，因此國際間種苗貿易日漸擴大。植物組織培養健康種苗生產體系之建立及推動需要政府及民間業者共同努力，相互配合，期望政府不斷強化推動健康種苗驗證制度，研究單位的努力需配合產業的需要，加上產學間技術的轉移，增加種苗外銷的實力，提昇種苗產業在國際間的競爭力，為台灣農業開創另一個新契機，以因應種苗相關產業國際化後所面臨的競爭，台灣的組培苗在全球之定位是我國重要之種苗產業是否能順利升級，國際競爭力是否能持續提升的重要關鍵。

引用文獻

李紅曦、高清文、黃槵昌、張瑞璋。2002。文心蘭無病毒種苗驗證作業須知簡介. 農政與農情 119:11-17。

Agrios, G. N. 1988. Plant Pathology 3rd ed., Academic Press, New York, 803p

Cieślińska, M. 2007. Application of thermo- and chemotherapy *in vitro* for eliminating some viruses infecting *Prunus* sp. fruit trees. J. Fruit Ornam. Plant Res. 15: 117-124

Edwards, M. L., and Cooper J. I.1985. Plant virus detection using a new form of indirect ELISA. J. Virol. Methods. 11(4):309-19.

Howell, W.E., Eastwell, K.C. ,and Li, T.S.C. 2001. Heat Treatment, chemo-therapy and hydroponic culture for obtaining virus-free trees of sweet cherry. Acta Hort. 550:455-458

Kane, M. E., Sheehan, T. J., and Philman, N. L. 1987. A micropropagation protocol using *Fraser photinia* for mutation induction and new cultivar selection. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100:334-337.

Knauss, J. F. 1976. A tissue culture method for producing *Dieffenbachia picta*

cv."perfection" free of fungi and bacteria. Proc. Fla. state Hort. Soc. 89:293-296

Luna, C., Collavino, M., Sansberro, P. and Mroginski, L. 2009. Bacterial contamination in Ilex *dumosa* (Aquifoliaceae) cultures: antibiotic treatment. Acta Hort. 812:97-102

Milton, Z., and Palukaitis, P. 2000, Advances in Understanding Plant Viruses and Virus Diseases. Vol. 38: 117–143

Mishiba, K., Mii, M., 2000. Polysomaty analysis in diploid and tetraploid Portulaca grandiflora. Plant Science 156, 213－219.

Sediva, J., Novak, P., Kanka, J. and Laxa, J. 2006. Micropropagation, detection and elimination of DMV in the Czech collection of dahlia. Acta Hort. 725:495-498

Tokuhara, K., and Mii, M. 1998. Somaclonal variations in flower and inflorescence axis in micropropagated plants through flower stalk bud culture of *Phalaenopsis* and *Doritaenopsis*. Plant Biotechnol. 15:23-28.

The Health Management of Tissure Culture Seedling

Chi-Luan Wen[1]

Abstract

Many factors can influence the success of any healthy seedling enterprise, but micropropagation lends itself to successful management because conditions can be controlled by the practitioner. The most important of these factors are control microbial contamination and plant mutation by tissue culture technic. In healthy seedling management including: 1. A healthy mother-stock plant and explant. this discussion will assume biotic factors are controlled and will therefore focus primarily on factors influencing the stock plant and on explant performance. 2. Tissue culture management for healthy plantlet production, requirements/regulations under a proposed healthy seedling system for micropropagation-based seedling production. 3. virus detection and control. ELISA and PCR assay were used for detection of virus. 4. Essentials of health certification and assistance for the disease and pests of plantlets.

Key words: micropropagation, healthy plantlet, microbial contamination, mutation

[1] Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, Shinshe, Taichung

蘭花之健康管理

陳福旗[1]、溫佩容[1]

摘　要

經濟栽培之蘭花通常利用人工介質，例如水苔、混合樹皮、蛇木屑、木碳塊等。這些蘭花在其原生地大多是屬於氣生或著生蘭，少數為地生蘭。人工栽培時，如能瞭解其原生環境及生長習性，配合礦物營養之施用，在適當的光線及溫度環境下，使其生長達到最適化。除必需之化學藥劑外，應盡可能減少施用無謂之藥劑，如此將能永續栽培利用，並降低對環境的污染。本文將以蝴蝶蘭為例，說明其種苗生產方式，幼苗栽培管理應注意事項，以及病蟲害對植株可能的危害及健康管理的觀念。

關鍵詞：蘭花、種苗生產、健康管理

前　言

蘭花為台灣重要切花與盆花，尤其以蝴蝶蘭、文心蘭、及拖鞋蘭為最具潛力之種類。根據行政院農業委員會農糧署統計 2007 年蘭花盆花產量 58,064 千盆，而蝴蝶蘭為台灣最大宗的外銷花卉，2007 年出口值 4,961 萬美元，較上年增加 40.2%，主要外銷美國、日本及荷蘭(分占 36.5%、35.2%及 8.5%) 。

目前產業界生產蘭花種苗的方式有利用無菌播種生產實生苗、以生長點或花梗節腋芽培養來大量生產組織培養苗或是以生長點或試管苗葉片誘導擬原球體(protocorm-like bodies, PLBs)增殖(Chen et al., 2009)。然而商業化的蘭花組培苗生產仍然存在許多問題，如：幼苗生長緩慢，繁殖倍率低，容易玻璃質化，葉片黃化、發根不易、死亡率高、不穩定的變異，這些因素均可能造成所生產的種苗品質不良，影響後續之健康栽培管理，因此需要有效的微體繁殖技術以改善蘭花幼苗的繁殖倍率與品質(Hew and Yong, 2004; Chen and Chen, 2007)。

另外病毒病亦是蘭花的一大威脅，有些品種感染病毒後於幼苗期病徵表現不嚴重，常導致栽培者忽略而增加病毒傳播機會；此外組織培養過程也可能因為管控缺失，致種苗培養增殖後期感染病毒，造成相當大的損失，因此發展快速精確的病毒檢測方式及建立無病毒種苗生產體系，可為蘭花產業增進經濟價值並提高國際競爭力。

---

[1]國立屏東科技大學農園生產系

蘭花種苗生產

組織培養應用在健康種苗生產體系所需的技術包括去病毒技術與穩定的無變異種苗繁殖技術。目前組織培養之研究多朝向以擬原球體增殖與芽體再生體系之建立，擬原球體的增殖方式主要以生長調節劑的刺激為主(Chen et al., 2009)。台灣地區相關的蘭花種苗生產業者即利用這些技術來量產種苗(蔡 等，2009)。

芽體增殖方式俗稱芽切法，是以花梗未開花節位上的休眠芽供作培植體來源(Bouriquet et al., 1982)，以物理刻傷與荷爾蒙的誘導，刺激側芽萌發，以達大量增殖之目的，此法雖具有增殖率不如擬原球體、材料無法隨時取得的缺點，但直接形態發生，其變異率較低，且增殖後的芽體成長至出瓶所需的時間較擬原球體路徑短。

花梗芽於離體培養下生長的形態可分為：(1)芽體進行營養生長，形成葉片與根部；(2)成癒傷組織或擬原球體；(3)芽體行生殖生長，持續進行花芽分化，並抽出花梗；(4)持續呈現休眠的狀態，芽體並未膨大，有時甚至死亡(曹 等 2008)。不同品種與基礎培養基對形態發生有顯著影響，*P*. Brother Stage 花梗芽培養二個月後，營養芽形成率為 77.2%-81.4%，生殖芽佔 2.8%-10.0%，以 SIM-A 與 SIM-C 培養基促進花梗芽持續行生殖生長，癒傷組織形成率在 12.9%-18.6%之間。形成營養芽的培植體平均營養芽數 1.4-2.4 芽，SIM-D 處理每節芽數較多(吳和陳，2008b)。不同種類與濃度之細胞分裂素對芽體增殖影響顯著。培養基中不含細胞分裂素或濃度過低(1 $mg{\cdot}L^{-1}$) 時，培植體增殖比率低且有發根之現象；TDZ 促使培植體產生不正常之增生並形成不定芽，濃度過高(4 $mg{\cdot}L^{-1}$) 則新生芽體發育受到抑制。2 $mg{\cdot}L^{-1}$ BA 處理較其他處理組合利於芽體增殖與增大，參試細胞分裂素當中以 kinetin 誘導腋芽增殖的效果較弱(吳和陳，2008a)。

在蝴蝶蘭營養體誘導或無菌播種時會經過擬原球體或原球體階段，此時期的組織幼年性強，增殖速率快(王和李, 1992)。擬原球體誘導之穩定性及成功率，常受品種、培養基種類、成份及培養條件等因素影響(Tokuhara and Mii, 1993；Chen et al., 2000)。

觀察擬原球體形成之過程，在白化葉片培植體培養第3週，沿著葉片切口周圍有細胞凸起，這些凸起的細胞團會持續膨大形成黃色略透明的圓球型，培養第 11 週，細胞團陸續分化為擬原球體，少數擬原球體之頂端開始有葉片分化，持續培養，可以誘導更多的擬原球體由細胞團分化形成，且有二次擬原球體發生(許和陳，2003)。

將白化葉片培植體培養於含有0.3%蔗糖之培養基中，連續培養11週後，擬原球體發生率為40-72.5%，平均每個培植體可以產生18.4-33.2個擬原球體，白化葉

片培植體培養於含有3%蔗糖濃度之培養基中，擬原球體的發生與增殖則會受到抑制，擬原球體發生率僅為7.5-12.5%，平均每個培植體只產生0.8-2.3 個擬原球體，而且培植體易褐化，擬原球體多呈黃色不透明狀(許和陳，2003)。

擬原球體發生率與平均生成量隨生長調節劑不同而有變化，其易受BA與TDZ影響，以0.5 mg/l或1.0 mg/l TDZ單獨添加在培養基中，擬原球體發生率為67.5-72.5%，平均每個培植體可以產生18.4-22.6個擬原球體，不同TDZ 濃度之間，其擬原球體發生率與平均增殖數量皆無顯著差異。TDZ與BA組合添加於培養基中與TDZ單獨處理比較，擬原球體發生率有降低之趨勢，其發生率為40-60%，平均每個培植體可以產生29.8-33.2個擬原球體，擬原球體平均增殖數量明顯多於TDZ 單獨處理(許和陳，2003)。而在0.01-0.1 mg/l BA與0.1-4.0 mg/l 2,4-D組合添加於含有3％蔗糖之培養基中，白化葉片之擬原球體發生率為12.5-77.5%，培植體之褐化率為0-80%，擬原球體平均增殖量為1.5-25.2 個，2,4-D濃度越高，擬原球體發生率與增殖量越低，培植體褐化率越高，但BA濃度增加有助於擬原球體形成(許和陳，2003)。

芽切法雖具有增殖率不如擬原球體、材料無法隨時取得的缺點，但直接形態發生，其變異率較低，且增殖後的芽體成長至出瓶所需的時間較擬原球體路徑短，故尋求穩定之擬原球體增殖與再生體系，成為蝴蝶蘭種苗生產之關鍵技術。

蘭花之栽培管理

一、蘭花栽培介質

目前業界常用來栽培蘭花的介質有水苔、樹皮及混合介質，其中蝴蝶蘭的栽培多以水苔為主，其保水保肥性佳，但隨著栽培時間增加會出現酸化及腐敗，且前處理較費時。以樹皮栽培可以省工，且種完的緊實度差異不大，對於澆水施肥的時間比較好掌控(沈，2007)。目前已發表的有機混合介質的配方以水苔泥炭、真珠砂、蛭石、蛇木屑、木炭、發泡煉石、保綠人造土、樹皮堆肥、蔗渣和完全發酵豬糞渣有機肥等，依照作物的不同混合栽培(吳，2003)，其可供有機營養、抗生物質，不易發生微量元素缺乏(侯，2003)。

二、光照

蝴蝶蘭生長適合的光強度為 200 and 400 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$(Dole and Wilkins, 1999; Wang, 1997)。中型白花蝴蝶蘭(P. amabilis 或 P. Aphrodite)之光飽和點為 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$(李、郭，2000)。蝴蝶蘭大白花、白花紅唇及桃紅花在高照度 4000 Lux 比低照度 500-1000 Lux 抽梗率高，但花梗長及花朵數與光照無顯著差異(杜 等，1988)。

三、溫度

蘭花大部份原產於熱帶及亞熱帶地區，嘉德利亞蘭 *Lanliocattleya* Culminant 'La Tuilerie' 其營養生長日夜溫為 32/29℃(Krizek and Lawson,1974)，日照 9 小時 (Rotor, 1952)，光照 300-600 μmol·m^{-2}·s^{-1}(Dole and Wilkins, 1999)。

蝴蝶蘭適合生長的溫度為 27-30℃(Sakanishi et al., 1980；Lopez & Runkle, 2005)，可以忍受短暫的高溫 32-35℃(Baker and Baker, 1991)，品種間對溫度反應可能差異相當大，例如豹斑類(*Doritaenopsis* Leopard Prince)朵麗蝶蘭在一般高日溫或日夜溫差大時，即容易抽梗。一般的認知為日溫須高於 28℃(Lopez et al., 2007)。Lee 和 Lin (1984)指出蝴蝶蘭於日夜溫 25/20 °C 或是 20/15 °C 的環境 4-5 週可誘導花芽分化，研究顯示 20、23 和 25 °C 皆可誘導開花(Blanchard and Runkle, 2004)。

四、水分

蝴蝶蘭栽培過程中水分的管理是很重要的環節，適量的水可讓蝴蝶蘭進行蒸散量，進而影響呼吸、吸水強弱、葉之繁茂與否。若植物遭到缺水逆境，根系吸收不到水份，蒸散作用停止，各種運作也停止，造成細胞的膨壓降低，外觀萎凋狀況，造成植株受創。灌溉水的鹽分含量會影響到植株的生長，因此透過水質的檢驗了解鈉、氯、碳酸根和鈣的含量，有助於管理(沈和陳，2007)。

五、養分

目前蝴蝶蘭栽培者大部分以EC值做為施肥量參考之依據，若灌溉水EC值過高時，則會影響施肥之強度，肥料施用量則會降低，EC質低時則施肥強度及施肥量會較高(沈和陳，2007))。另外栽培介質中的pH值會影響無機元素之溶解，但水苔pH低時並不會影響蝴蝶蘭植株對於肥料的吸收(陳，2007)。

適量的施肥有助於蝴蝶蘭的生長開花，其種以氮、磷、鉀三要素的影響最大。高氮肥可使植株生長快速，但可能使植株較易遭受病原菌感染；缺乏磷肥時會使植株生長受損，而施用鉀肥 300-400 mg/L，可促進葉片及花朵生長，但花期較短，對於葉片數則無顯著差異(Wang, 2007)。

蘭花健康管理

發生在蘭花的蟲害主要為薊馬、紅蜘蛛、介殼蟲、蚜蟲、鱗翅目、蟎類和軟體動物（陳 等，2007），病害的發生則以灰黴病、炭疽病、疫病、細菌性軟腐病、細菌性褐斑病、白絹病和黃葉病最常見（謝 等，2007）。另外還有影響最大及較難克服的病毒病，包含了東亞蘭嵌紋病毒(*Cymbidium mosaic virus*, CymMV)、齒

舌蘭輪斑病毒(*Odontoglossum ringspot virus*, ORSV)、胡瓜嵌紋病毒(*Cucumber mosaic virus*, CMV)、和槍彈型病毒(Rhabdoviruses) ，以及最近被發表的蝴蝶蘭葉片輪斑病毒 (番椒黃化病毒, *Capsicum chlorosis virus Phalaenopsis strain*, CaCV-Ph)及黃斑病毒(Phalaenopsis chlorotic spot virus, PhCSV)(張，2007; Zheng et al., 2008a, b)。

近年來蝴蝶蘭在我國外銷佔有重要地位，無病毒植株開始受到重視，因此我國於 95 年 4 月 28 日正式公告施行蝴蝶蘭種苗病毒驗證制度，希望藉由此制度將我國外銷之蘭花提高經濟價值，並具有競爭力。檢測病毒的方式有很多種，包括了：指示植物接種法、電子顯微鏡觀察法、免疫電顯法、光學顯微鏡法、抗血清檢定法和核酸檢查法。而以後二者較常被使用，其包含了酵連抗體法(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)、免疫擴散法(SDS-immunodiffusion test)、免疫點漬法(Immunoblotting test)和反轉錄聚合酵素連鎖反應 RT-PCR (張，2007)。

結　論

高品質的蘭花種苗自瓶苗生產開始到出瓶栽培，一直到開花階段，環環相扣。任何一個階段的管理如果不良，即可能使種苗生長勢降低，病原或蟲害隨之危害。因此健康母本經過篩選，可供雜交育種及組織培養用途。瓶苗階段需要管控適當的養分、光線、溫度、培養室清潔等。幼苗到成株給予適當的肥料，使根系建全發育，葉片正常生長。開花誘導期的溫度、光線及水分養分的合理施作，將可生產高品質盆栽蘭花。

引用文獻

王珍韶、李哖。1992。園藝作物組織培養實用技術。豐年社，台北市，33-38 頁。

李哖、郭瑋君。2000。台灣蝴蝶蘭之光合作用。產業科技發展學術合作論文集 I:11-18。台糖公司。

吳正宗。2003。非土壤介質與農業生產。興大農業 23：17-20。

杜金池、王昭月、侯鳳舞、林學正、黃肇家。1988。蝴蝶蘭切花開拓外銷生產改進，蘭花生產改進研討會專集，第41-48頁。台灣省台東區農業改良場編印，台東。144頁。

沈再木。2007。蝴蝶蘭栽培介質種類及物化特性，蝴蝶蘭栽培，第 19-28 頁。國立嘉義大學編印，嘉義。127 頁。

沈榮壽、陳光堯。2007。蝴蝶蘭栽培之水份管理，蝴蝶蘭栽培，第29-34頁。國

立嘉義大學編印，嘉義。127頁。

吳宣萱、陳福旗。2008。植物生長調節劑對蝴蝶蘭與朵麗蝶蘭花梗芽增殖之影響。台灣園藝 54(2):151-159。

吳宣萱、滕民強、陳福旗。2009。培養基添加物及光質對蝴蝶蘭及朵麗蝶蘭芽體誘導不定根之影響。台灣園藝 55(2):127-135。

侯鳳舞。2004。有機資材應用於花卉栽培，國際有機資材認證暨應用研討會專集，第311-322頁。財團法人全方位農業振興基金會編印，台北。345頁。

張清安。2007。蝴蝶蘭病毒病害，蝴蝶蘭栽培，第 67-83 頁。國立嘉義大學編印，嘉義。127 頁。

陳淑佩、王清玲、翁振宇。2007。蝴蝶蘭蟲害管理，蝴蝶蘭栽培，第 84-102 頁。國立嘉義大學編印，嘉義。127 頁。

陳麗筠。2007。蝴蝶蘭栽培之養份管理，蝴蝶蘭栽培，第35-40頁。國立嘉義大學編印，嘉義。127頁。

蔡瑜卿、廖玉珠、周明燕、黃少鵬。2009。2008 年植物組織培養種苗產業現況調查與分析。種苗科技專訊 65：6-10。

謝廷芳、安寶貞、黃晉興、黃穂昌。2007。蝴蝶蘭病害管理，蝴蝶蘭栽培，第 41-66 頁。國立嘉義大學編印，嘉義。127 頁。

Baker, M. L., and C. O. Baker. 1991. Orchid species culture. Timber Press, Portland, Ore.

Blanchard, M.G., and E. Runkle. 2004. Temperature effects on flower induction of two *Phalaenopsis* orchid hybrids. HortScience 39: 882.

Bouriquet, R., H. Broly, and B. Legrand. 1982. Clonal propagation of *Phalaenopsis* (Orchidaceae) by in vitro culture. In: Earle, E. D. (ed.): Variability in plants regenerated from tissue culture. Prager, New York. pp. 35-46.

Chen, F. C.,Y. W. Huang, H. H. Wu, P. J. Wen, C. C. Hsu, J. Y. Tsao, and T. M. Shen. 2009. Phalaenopsis cloning: strategy for PLB or shoots? 2009 Taiwan Intl. Orchid Symposium. (in press)

Chen, F.C.and W. H. Chen. 2007. Somaclonal variation in orchids. In: Chen, W. H. and H.H. Chen (eds), Orchid Biotechnology, Chapter 4, World Scientific Pub., Singapore

Chen, Y. C., C. Chang, and W. C. Chang. 2000. A reliable protocol for plant regeneration from callus culture of *Phalaenopsis*. In vitro Cell. Dev. Biol. Plant 36:420-423.

Dole, J., and H. Wilkins. 1999. Floriculture principles and species. Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J.

Dole, J., and H. Wilkins. 1999. Floriculture principles and species. Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J.

Hew, C. S., and J. W. H. Yong. 2004. The physiology of tropical orchids in relation to the industry. World Sci. Pub., Co. Pte. Ltd. Singapore.

Hsu, C. C., and F. C. Chen. 2003. Plant Regeneration from Protocorm-like Bodies Induced in Etiolated Leaves of *Phalaenopsis* a*phrodite* Rchb. f. J. Chinese Soc. Hort. Sci. 49:335-342.

Krizek, D.T., and R.H. Lawson. 1974. Accelerated growth of *Cattleya* and *Phalaenopsis* under controlled-environment conditions. Amer. Orchid Soc. Bul. 43:503-510.

Lee, N., and G. M. Lin. 1984. Effect of temperature on growth and flowering of *Phalaenopsis* white hybrid. J. Chinese Soc. Hort. Sci. 30:223-231.

Lopez, R., E. S. Runkle, Y. T. Wang, M. Blanchard and T. Hsu. 2007. Growing the best phalaenopsis. Orchids March pp.182-187.

Lopez, R. G. and E. S. Runkle. 2005. Environmental physiology of growth and flowering of orchids. HortScience 40:1969-1973.

Rotor, G. B. 1952. Daylength and temperature in relation to growth and fl owering of orchids. Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Bul. 885:3-47.

Sakanishi, Y., H. Imanishi, and G. Ishida. 1980. Effect of temperature on growth and flowering of *Phalaenopsis amabilis.* Bul. Univ. Osaka, Series B. Agr. Biol.–Osaka (Prefecture) Daigaku 32:1-9.

Tokuhara, K., and M. Mii. 1993. Micropropagation of *Phalaenopsis* and *Doritaenopsis* by culturing shoot tips of flower stalk buds. Plant Cell Rep. 13: 7-11.

Tsao, C. Y., U. C. Chen, M. T. Wu, and C. N. Hsia. 2008. Effects of flower stalk stage, nodal bud position and 6-benzyladenine concentration on the shoot induction in micropropagation of *Phalaenopsis* flower stalk node explants. J. Taiwan Soc. Hort. Sci. 54:199-209.

Wang, Y. T. 1997. *Phalaenopsis* light requirements and scheduling of flowering. Orchids 66: 934-939.

Wang, Y. T. 2007. Potassium nutrition affects phalaenopsis growth and flowering. HortScience 42:1563–1567.

Zheng, Y. X., C. C. Chen, C. J. Yang, S. D. Yeh, and F. J. Jan. 2008a. Identification and characterization of a tospovirus causing chlorotic ringspots on *Phalaenopsis* orchids. Eur. J. Plant Pathol. 120:199-209.

Zheng, Y. X., C. C. Chen, Y. K. Chen, and F. J. Jan. 2008b. Identification and characterization of a potyvirus causing chlorotic spots on *Phalaenopsis* orchids. Eur. J. Plant Pathol. 121:87-95.

Health Management of Orchid Plants

Fure-Chyi Chen[1], Pei-Jung Wen[1]

Abstract

Artificial substrates, such as sphagnum moss, bark mix, tree fern fibers, charcoal blocks, are usually adopted for commercial cultivation of orchid plants. Most of the cultivated orchids originated from their natural habitats as epiphytes or terrestrial. The growth requirements of these orchids are usually similar to their native habitats. By understanding their environmental conditions and growth habit, we can apply optimal mineral nutrients under proper light and temperature so that they attain the best growth. Chemical pesticides are used only when necessary to keep minimal pollution to the environment so that we can better manage sustainable cultivation. In this review, we will use phalaenopsis orchid as an example to describe plantlet production, cultivation management of young plants, potential damage caused by disease and pests, as well as the concept of health management of orchid plants.

Key words: orchid plants, plantlet production, health management

[1] Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan

觀賞鳳梨之健康管理

許哲夫[1]

摘　要

觀賞鳳梨小苗適宜的栽培溫度為 18-30℃，相對濕度 75-80%，日照強度 18-22 Klux。中苗日照強度可提高到 20-25 Klux，相對濕度範圍放大 70-80%，栽培場維持通風的環境，如此可加速其生長。水份管理在夏季高溫期每天早晚噴水 2 次，噴水量每次 2.5 mm，冬季或陰天每天噴水 1 次，噴水量每次 3 mm。肥培管理在根尚未發育階段階段暫不施肥，待根系生成後，小苗期可施用氮磷鉀比例為 14-10-14 之長效型粒肥。中苗期除了施用前述之粒肥外，每隔 2 週噴施氮磷鉀比例為 20-20-20 之液肥。大苗則可施低氮高磷鉀比例之液肥以促進開花。催花前停肥 1 個月，用乙炔飽和水溶液為催花藥劑，施用時間在傍晚，灌滿植株葉杯，催花後 2-3 週再噴施液肥。生育期注意病蟲害防治讓植株健康生長。

關鍵詞：觀賞鳳梨栽、健康管理、催花

前　言

觀賞鳳梨（Bromeliads）主要分布在中南美洲熱帶雨林區，屬鳳梨科(Bromeliaceae)植物，全世界約有兩千多種。市場上觀賞鳳梨包括擎天屬(*Guzmania*)、鶯歌屬(*Vriesia*)、蜻蜓鳳梨屬(*Aechmea*)及彩葉鳳梨屬(*Neoregelia*)等植物。其原產在中南美洲，極適合台灣南部栽培，是國內重要盆花。擎天屬是市場最暢銷的觀賞鳳梨，株型有大、中及小型，但仍以大型為主要的盆花，目前生產面積為 15-18 公頃，產區集中在屏東及高雄二縣。主要栽培品種有擎天屬紅色的 Ostara、黄色的 Hilda、橘黃色的 Marjan 及紫色的 Luna 等。

健康管理

觀賞鳳梨以盆缽栽培，通常購買已馴化的組培苗(俗稱二次苗)為小苗，後種在 9 公分的植盆，小花型品種可直接定植不需移植，但大花型品種經過約 4～5 個月，須再移至 13～15 公分的植盆定植(中苗)。植株定植後若生育正常，經過 10～11 個月總葉片數多於 22 片，即可進行催花，催花成功後經 3～4 個月即達到具觀賞價值之成品，可以盆花出售。

[1] 高雄區農業改良場

觀賞鳳梨栽培上需要適當的設施，以屏東縣的栽培場為例，需要雙層的遮光網，外層為可以開閉的 60%銀色遮光網，內層則為固定 60-70%黑色遮光網，在夏季晴天時拉開雙層遮光網，外層的銀色遮光網可以反射部分光線，減少熱能進入栽培場，而內層的黑色遮光網則阻隔部分日照而降低場內光度，如此場內溫度可比室外降低 3-5℃，有利於植物生長。觀賞鳳梨大部分盆栽在地面上，靠近地面溫度較低，相對濕度較高，在通風良好的環境下，有利於植物生長；亦有部分栽培於植床上，若栽培於植床上，栽培場最好有噴霧設施，以調整場內溫濕度。冬季或陰雨天則將外層網關閉，只留下內層網，如此可避免光照過低而影響植株生育。以擎天屬種類而言，生育期適當的光照強度為 18~22Klux，生長最適的溫度為夜溫 18-20℃，日溫 25-30℃，日夜溫差在 6-9℃對觀賞鳳梨生長較佳。當光強度較高時，若能配合高濕度及通風的條件，可加速觀賞鳳梨的生長，株型較壯碩，花色更豔麗。

水分管理，一般以噴灌行之，噴灌的密度視噴頭噴水範圍而調整，噴灌的高度約 1 公尺。水分供給上須注意水質，觀賞鳳梨不喜歡高 Ca 及 Na 鹽，適當的 pH 質為 5.5～6.5。夏季高溫期每天早晚噴水 2 次，噴水量每次 2.5 mm，冬季或陰天每天噴水 1 次，噴水量每次 3 mm 對植株較佳。栽培場適當的相對濕度為 70-80%。觀賞鳳梨盆栽所用的介質以椰纖或粒徑 1cm 的椰塊為主，pH 值介於 5.5-6.5 之間，而 EC 值約為 0.4-0.6mS/cm 較佳。

催花是觀賞鳳梨重要工作，目前以乙炔飽和水溶液為主要催花藥劑，施用時間在傍晚，施用量為灌滿植株葉杯，施用次數約 3-5 次，其間隔為 1 天。催花前 3 週植株不要施肥，避免花苞不著色，催花前 1 個月植株需接受充足日照，催花後第二天不要澆水，且需要日照，如此可提高催花率。催花後液肥管理，對 G. “Ostara”品種以催花後第 3 週施液肥，液肥中尿素濃度為 125～250ppm，能夠得到品質良好的觀賞鳳梨。

面臨問題與解決方法

觀賞鳳梨栽培上面臨進口馴化組培苗價格昂貴，以 G..”Ostara”為例，單株價格 30-35 元，因目前觀賞鳳梨盆花外銷中國市場萎縮，加上大環境經濟不景氣，所以觀賞鳳盆花價格大幅降低，單盆平均售價約 70-80 元，所以種苗佔總成本的 37.5-50%，如此對業者幾乎無利潤。為了因應高價的種苗成本，所以高雄區農業改良場建立組織培養繁殖技術，並已技術授權給業者，期望能降低種苗成本且維持品種的穩定性，而有助於產業之發展。

結　論

觀賞鳳梨生 G..”Ostara”生長及健康管理流程如下：

馴化苗 ⟶ 小苗 4~5 月 ⟶ 中苗 10~11 月 ⟶ 大苗(催花) 3~4 月 ⟶ 成品出售

馴化苗種植在 3 吋盆之小苗，適宜的生長溫度為 18-30℃，相對濕度則以 75-80%為佳，日照強度 18-22 Klux，俟植株生長至中苗(定植到 4.5 吋盆)，日照強度可提高到 20-25 Klux，相對濕度範圍放大 70-80%，栽培場維持通風的環境，如此可加速其生長。水份管理在夏季高溫期每天早晚噴水 2 次，噴水量每次 2.5 mm，冬季或陰天每天噴水 1 次，噴水量每次 3 mm。肥培管理在馴化苗種植在 3 吋盆初期，根尚未發育階段階段暫不施肥，待根系生成後，小苗期可施用氮磷鉀比例為 14-10-14 之長效型粒肥。中苗期除了施用前 述之粒肥外，每隔 2 週噴施氮磷鉀比例為 20-20-20 之液肥 2000 倍。大苗則可施低氮高磷鉀比例之液肥，以促進開花。催花前停肥 1 個月，俟催花後 2-3 週再噴施液肥，每週 1 次，以提昇花卉品質。

觀賞鳳梨最主要的病害為心腐及根腐病，改善方法為避免高溫多濕的環境及排水良好之介質，避免含高 Ca 、 Na 鹽的水質；化學防治法，於幼苗期將種苗浸於 400 倍之 80% 福賽得（亞利特）可濕性粉劑，經 10 分鐘後，取出陰乾再盆植。在生育期則以 80% 福賽得 200 倍或 75% 鋅錳乃浦 400 倍每月灌注心部一次，連續施用三次。主要蟲害為介殼蟲及粉介殼蟲，其防治方法為噴施 2000 倍之 40% 陶斯松或 47% 巴拉松乳劑，每月一次。其次為蛞蝓，防治方法為清理栽培環境，注意週遭環境衛生，若發現其蹤跡，可用 6% 聚乙醛粒劑防治。

引用文獻

1. 阮育雄。1997。鳳梨花世界(2)～栽培環境條件通論。台灣花卉園藝 114：40-43。
2. 阮育雄。1997。鳳梨花世界(4)～擎天屬特性及其栽培要領。台灣花卉園藝 117：46-50。
3. 許哲夫。1996。觀賞鳳梨催花處理。高雄區農業專訊 16：12-13。
4. 許哲夫。1998。觀賞鳳梨 pp：141-147 許玉妹主編 高屏地區重要花卉專輯。 台灣省高雄區農業改良場編印。
5. 許哲夫。1999。催花後尿素施用法對觀賞鳳梨盆花品質之影響。pp:333-338. 行政院農業委員會高雄區農業改良場研究彙報 11(1)：14-21。
6. 許哲夫。2004。觀賞鳳梨產業發展及品種介紹。高雄區農業專訊 50：9-13。
7. 許哲夫。2004。觀賞鳳梨栽培管理技術。高雄區農業專訊 50:13-14。

8. Barry, E. W. and Ian, H. 1990. Growing Bromeliad pp：63-68. The Bromeliad Society of Australia.
9. Proft, M. P. De, O. Makers, L. Jacobs and J. A. De Greef. 1986. Influence of light and flowering inducing chemicals on the quality of the Bromeliaceae inflorescence. Acta Hort. 181：141-146.
10. Salazar, C. R. and C. Jorgensen. 1969. Hormonal treatment of pineapple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 13：62-69.

The Health Management of Bromeliad

Sheu, Jer-Fu[1]

Abstract

The optimum environments of bromeliad seedling are 18-30℃, 75-80 relative humility and 18-22Klux illumination intensity. But the optimum environments for middle seedling are 20-25Klux illumination intensity and 70-80 relative humility. About water management, twice spraying irrigations a day and the amount is 5mm in summer season, but once spraying irrigation per day and the amount is 2.5mm in winter season. Because root of seedling is not established, so its does not apply fertilizer until root system is established. N-P-K (14-10-14) long effect fertilizer is applied to seedling. Except those long effect fertilizer, liquid fertilizer (N-P-K=20-20-20) is necessary for middle seedling. We apply fertilizer with low nitrogen and high phosphorus, potassium to larger seedling. Acetylene saturated solution is used to force flower on bromeliad, and its optimum time is evening. Pay attention to prevention and cure of pest is important during growing period

Key words: Bromeliad, Health Management, Forcing flower

[1] Assistant researcher of Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

聖誕紅之健康管理

傅仰人[1]、楊雅淨[1]、鄭隨和[1]

摘　要

聖誕紅是國內重要盆花之一，近來因高溫影響植株生長而延遲正常開花時間等生育異常問題，有愈來愈嚴重之趨勢。適合台灣氣候條件之植物健康管理觀念導入及標準作業流程應用，應有助於國內聖誕紅整體盆花生產流程之改善。本篇文章介紹聖誕紅整體盆花生產之健康管理整體流程，包括品種選擇策略、母本培育、扦插繁殖、介質與肥培、營養生長、株高控制、環境控制、花期調節、病蟲害防治及生理失調防治等，藉由標準作業程序之落實執行，可讓生產者累積學習心得並持續改善生產作業及管理流程，而使台灣的聖誕紅產業淬練出高效質優之獨特的亞熱帶生產技術，以掌握產業之核心關鍵技術及區域競爭優勢。

關鍵詞：聖誕紅、健康管理

前　言

聖誕紅是國內僅次於蝴蝶蘭的第二大重要盆花，年產量約 110-150 萬盆之間（沈等，2004），近十多年來市場明顯的快速成長，主要歸因於生產者的品質提升、銷售者之的消費教育努力、產業整體的投入市場拓展及政府各單位的積極輔導所致。其中在生產面上，由於國內聖誕紅流通品種大多為美國及德國為了大多的溫帶地區生產所育成，加上近年來地球暖化現象加劇，高溫對國內聖誕紅生產的影響可說是與日俱增。台灣可說是目前全球聖誕紅盆花經濟生產地區均溫最高的代表區域，由於日夜間的高溫會影響聖誕紅的母本期、繁殖期或開花期之植株根、莖、葉、苞片及花朵等各器官之生育，使台灣聖誕紅經歷了因高溫影響植株生長而延遲正常開花時間，以及植株受到逆境產生的種種生育異常問題。目前國內生產者為了克服此高溫潮濕氣候的不利影響，較缺乏系統性、整體性的思維及做法，故植物健康管理的觀念導入及標準作業流程應用，在聖誕紅整體盆花生產流程上應有其借鏡之處（林等，2004）。藉由落實執行符合台灣氣候條件下最適聖誕紅之健康管理，應可發展出突破亞熱帶氣候對聖誕紅生長之不利限制的解決之道，而建立獨特之本土化栽培技術及管理系統，將來對於在亞洲或同緯度氣候區之發展上，應具有關鍵之競爭優勢及影響能力。

[1] 行政院農業委員會桃園區農業改良場

聖誕紅健康管理之品種選擇策略

對台灣聖誕紅的生長環境，除了適當的栽培作業及管理措施外，引進或育成適合台灣種植的品種應是一個根本有效的解決方法（黃，1996）。耐熱、早花、分枝性強、生長強健及觀賞期長，應是台灣聖誕紅今後需求的特性（朱，1998）。新品種的推出必須有其條件，如容易生長、適應獨特氣候、生產者和零售商更能信賴及具獲利潛力的。相信藉由引進或育成更多具有上述特性的品種，才可滿足國內的生產者及消費者不斷成長的需求。

但如此多樣化之品種種類，生產者應如何抉擇?這應從品種之差異化特色，與市場區隔導向著手探討，並配合本身之生產技術資源與能力，研擬出最適合自己的生產品種策略（Ecke et al, 2004）。

聖誕紅繁殖期程之健康管理

一、母本培育

此期為將優質母本插穗養大成採穗母株的時期，母株的健康、生長速度及分枝性在此時期備受關注（Ball,1998）。母株生產初期(3/4月)由於溫度不高，足使作物奠立正常生長的基礎，反而隨之而來的5月後高溫，剛好為生產插穗的高峰期，異常的高溫易造成葉片畸形變異及分枝性缺少。此時期的重點應避免根部溫度過高，應控制在30℃以內，以維持根部對水分與養分正常吸收的功能，以避免根部因失去功能而造成肥傷或腐黴病及疫病之危害。一般由專業之種苗公司在最適合的環境生產繁殖，在3-5月間供應給生產者所需之優質母本插穗。優質母本插穗來到之時日長尚短，故應補充電照以維持長日之環境，一般電照要到5月初較為保險。母本栽培時之光強度則可控制在30,000-50,000 lux。此期溫度以18-27℃較適宜，低於15℃及超過30℃則易造成生育不良及插穗品質降低，故應有適當之保溫及降溫設備。採穗母株應漸進換至15-30 cm盆，最後也可以大盆方式銷售。灌溉方式宜用滴灌或底部給水方式處理。可於高床或置地上管理。優質母本插穗定植後7-10天即可摘心，使近基部之側芽萌發生長，並定期摘心整枝，使可生產品質較佳之插穗（Ecke et al, 2004）。

二、扦插繁殖

此期主要為由採穗母株上採取插穗加以扦插。聖誕紅主要依最終產品大小決定栽培之時期，台灣聖誕紅主要產品為7寸至3寸盆徑之盆花，故一般在6-8月分批採穗進行繁殖，插穗以頂芽為主，長度約5-6 cm（節間不可徒長），插穗的合適莖徑約4至6 mm，帶有3-4片成熟葉，苗齡約5-6週左右，插穗以清晨採取最適當，因此時採取的插穗水分最充實飽滿。扦插初期光度約10,000 lux，3週後可調

到15,000 lux，要稍微通風以避免病害發生，且要有防雨設施。發根劑可增加發根速度及整齊度，可用IBA 2,500 ppm或IBA 1,500 ppm加NAA 500 ppm左右之液劑或粉劑。間歇微噴霧系統是必備之設施，尤其在扦插初期3-4天噴霧頻度要密集，之後可漸放寬。介質溫度於低溫期應加溫至21℃左右，高溫期應降溫至25℃左右。扦插介質應通氣排水良好，如扦插介質太溼，介質在低含氧情況下易造成癒合組織變大對發根並無助益，且容易形成病害及菌蠅危害問題。生長勢強的品種在發根後可施用生長抑制劑，以控制節間的抽長。一般插穗在最適合的情況下約10至14天開始發根（Boodley,1998）。當根開始形成後可漸漸降低噴霧次數、提高光度及增加通風，也可施用濃度較稀的液體肥料及殺菌劑。扦插介質使用前可噴殺蟲劑以防治菌蠅，要維持扦插室環境的清潔，不要有藻類滋生及植物殘體留置，可施用熟石灰及硫酸銅控制床架下及走道上的藻類及菌蠅（Ecke et al, 2004）。

聖誕紅栽培期程之健康管理

一、介質與肥培

（一）介質

栽培介質必須有高孔隙度，以容納水、氧氣及其它氣體，維持栽培介質的高孔隙度是聖誕紅栽培成功的關鍵之一，在處理介質及上盆時須避免擠壓介質。介質開始種植的 EC 值在 1.5-2.0 mS /cm (飽和溶液測試)，基肥通常提供移植的植株最初 1-2 個禮拜所需。聖誕紅無土介質之理想 pH 值約 5.8-6.2，含土介質約 6.0-6.4。pH 值過高時聖誕紅葉片顏色易不正常，且微量元素易缺乏，也易發生鈉毒害，降低 pH 的方法是灌溉水中加酸或是使用酸性肥料。pH 值過低時鈣及鎂供應不良，且易有微量元素毒害，可藉由施用石灰或使用鹼性的肥料改善。

（二）肥培

1. 上盆至摘心期：深綠葉品種氮肥約 150-200 ppm 即可，上盆 2-3 週間介質要保濕使根正常，但通氣要好，施肥少可免傷根。直到摘心後灌溉頻度要減少，但水及肥量要增加，開始正常的濕-乾循環管理。此時增加氮肥之平衡，包括銨態氮，此期也要儘早增加鈣肥。

2. 摘心至 10 月中旬：此期要肥充分不可缺乏以使生育強健，深綠葉品種氮肥約 200-250 ppm，淡綠葉品種可用 300-350 ppm，此期還需要銨態氮，但約 40％以下。鈣肥要持續，每週一次或 3 次肥 1 次鈣，噴施要用試藥級的氯化鈣，以免葉會焦枯，此期也要微量要素。深葉系品種之微量要素只需 1/3-1/2 之量（每個月施一次就夠）。

3. 10 月中旬至 11 月上旬：此期肥不可含銨態氮，要改硝酸態氮（KNO_3 或 $CaNO_3$），會使生長較強健，且需健化以準備運送了。此期氣候變短日冷涼了，需減少灌溉，使介質可較乾些以強化根系。此期為苞片轉色及伸展期，故要持續施肥。接著形成苞片及小花，11 月 5 日之後要降低施肥濃度，pH 及 EC 值要持續注意。11 月 5 日左右之微量要素重要，缺乏會影響幼苞片之伸展，此為最後一個月施用微量要素。氯化鈣每週還要持續噴，以健化組織，可防苞片邊緣壞疽。

4. 11 月中旬至出貨：施肥只可到 11 月中旬，植株要在前至中期就養壯，夠支持苞片生長，之後澆清水以讓介質之養分溶出以供吸收。因減少施肥可減少根受鹽害，尤其在出貨期間無法正常澆水會更嚴重。鈣肥要持續噴施可防苞片邊緣壞疽，也對灰黴病之預防有益。

二、營養生長

發根插穗上盆定植深度以輕微蓋過根部就可，若太深則莖部易受病原菌及菌蠅之為害，上盆定植初期也可灌注殺菌劑防止病原菌感染。上盆定植後 7-10 天及可行摘心處理，摘心是為了促進分枝數增加，儘早摘心可使最多的光線到達莖最下層的部位，而可使下位之側枝向上直立生長，以減少下位枝條軟弱，或橫向生長所造成生長後期莖的斷裂。摘心後配合除去幼嫩葉片之葉身，只留葉柄，可促進全株枝條整齊及平均生長。當根系完全生長後，可以利用澆水來控制介質乾濕，進而控制病原菌及菌蠅。底部灌溉可控制給水量，讓表土一直維持乾燥，也可抑制菌蠅的活性。

生長期中可噴施益收生長素（Ethrel），除有抑制生長的功用外亦可增加側芽的萌發，但應避免於花芽分化後施用而造成苞片縮小。聖誕紅及其它作物在高度遮陰的環境下，莖容易軟弱，故可適度降低遮陰比例，允許較多的光線透入，營養生長階段則需注意盆距，因盆距太小會影響到光線的穿透，光線不足下容易造成徒長，營養生長期最適光度則約 40,000-50,000 lux（Ecke et al, 2004）。

三、株高控制

高度控制可以生長抑制劑以控制節間之伸長，節間伸長主要受環境之溫度、相對濕度及光強度影響（Dole,1999）。生產者的操作如水分管理、行株距、生產排程等也都會影響節間之伸長。克美素(Cycocel 俗稱 CCC)、巴克素(Paclobutrazol 俗稱 PP333)及益收生長素（Ethrel）是國內現今可用之生長抑制劑。生長抑制劑一般於側枝於 1.5 至 2.5 cm 長時施用，採用灌注法較噴施法對側枝生長可較整齊且效果較持久，尤其巴克素的使用以灌注效果較佳。克美素若採噴施法時，則應在涼爽的清晨噴施較不會產生藥害。

四、環境控制

由於地球溫暖化之現象，高溫對聖誕紅生產的影響可說是與日俱增。以世界上聖誕紅之生產地區來說，台灣是相當特殊的地區，由於氣候條件高溫多濕，迥異於美國及歐洲。如何克服溫暖氣候不利的影響，成為台灣生產聖誕紅的挑戰。

以光照來說，採穗母株有最高的光需求，而繁殖時的需光度最低，然而光度過低會延遲發根，扦插第一週光度應為10,000 lux，以減少水份逆境的發生，產生癒合組織及發根時，光度可漸升到20,000 lux，繁殖末期到移植前，光度應升到30,000 lux，以健化植株。移植後光度用30,000-40,000 lux，光度在此時期影響側枝發生及莖強度。九月後的低光(低於30,000 lux)會使側枝軟弱，使11-12月運輸時側枝易折斷。秋天光度下降時，遮陰網應移去，如果溫度還很高，10月中旬再移去遮陰網。

有三種溫度會影響聖誕紅的生產，每日均溫影響葉及花的發育；日夜溫差影響莖的伸長；高夜溫會延遲聖誕紅的開花。最好品質的聖誕紅生長在最佳溫度(20-25℃)，及最佳光度(40,000-50,000 lux)，在這個環境下，葉及花的發育能量很高，相反的，最差品質的聖誕紅生長在高溫(28-33℃)及低光度(20,000 lux)，這種情況下聖誕紅生長很快，但其中的乾物質量很少，所以莖細長且儲架壽命短。

濕度並不直接影響聖誕紅的發育，高濕會使蒸散作用減少，使介質乾得慢。這種較濕的環境使水份逆境減少，因此葉片較大且生長軟弱，高濕也會使葉片蒸散降溫能力減少，相反的低濕使蒸散降溫能力提高，即使在高光下，植物及溫室也不易過熱。另一個頭痛的問題是高濕引起病原菌的孳生，如疫病、灰黴病、白粉病及其它細菌性病害在高濕下易感染植株。冬天病害的壓力特別高的原因在於：通風不良、玻璃上凝結水珠滴到葉片及花、葉間的低溫使葉片凝結水珠。解決方法是保持夜間溫暖，用除濕機、加熱機等降低濕度，風扇通風也可以帶走植株週遭飽和的水汽（Ecke et al, 2004）。

五、花期調節

聖誕紅屬短日性開花之植物，其限界日長為短於 12 小時 20 分鐘，亦即限界夜長為長於 11 小時 40 分鐘，開花之過程才會被啟動。北半球一般在 9 月 20 日左右之日長即符合花芽分化之起點，早花品種之花芽分化起始則比中性及晚花性品種為早。

在提早於 10 月開花之促成栽培時，植株在摘心後側芽生長還是需在長日下 2-4 週，之後則可以人工黑幕之短日處理，從 17：00-18：00 開始處理，直到隔日 08：00 將黑幕打開，使暗期維持 14-15 個小時，以促進植株進入花芽分化，一般短日處理 2-2.5 個月即可開花。短日處理期之暗期溫度儘量在 25℃以下。

另一方面也可以電照於 22：00-02：00 行暗期中斷，使花芽分化延後，例如‘自由’(Freedom)品種之自然花期約在 11 月 10-20 日，若要延後花期至 11 月底，則應在 9 月 5-25 日行暗期中斷處理。若要再延後於 12 月初開花，則應在 9 月 5 日至 10 月 5 日行暗期中斷處理。若要於隔年 1-2 月開花之處理，於 9 月初開始以電照行暗期中斷，直到 10 月底-11 月初關燈，以感應自然日長，經 2.5-3 個月即可開花，惟後期溫度應維持在 17-20℃以上（Ecke et al, 2004）。

六、病蟲害防治

（一）病害發生與防治

病蟲害發生時同樣要改善田間衛生，如清除雜草、地板上撒石灰、清除植床上之殘體、土壤等，並檢查所有到場的植物材料、建立例行追蹤系統並持續進行，但預防總是勝於治療，平時應注重田間管理（Love,1980）。高溫影響台灣聖誕紅病害發生程度，使控制更加困難，且溫度逆境使植株更容易受病原菌感染。病害問題會發生於生產各時期，病原菌並會攻擊植株不同部位，常見之各種病害如：

1. 灰黴病：可見於莖部、葉片、苞片和花朵部位，發生於繁殖期及開花期，病原菌生長在植物殘體或有機質，孢子經由空氣傳播，噴水的水滴助長其孢子生長繁殖，受感染的組織表面會覆蓋一層灰色菌體。一旦出現徵狀必須立即處理，如清除植物殘體、走道和地板消毒、環境通風以控制濕氣、傍晚前停止噴水、插穗上葉片不要留太多、種植不要太密、並且在植株上噴施殺菌劑、維持空氣乾燥、而且高濕狀況不要超過4小時。

2. 腐黴病：可見於根部、莖部及葉片，亦可見於繁殖期及開花期，受感染的植株根部的表面上會覆蓋一層灰色鞘，根部受影響而生長減緩，植株常會因此黃化、萎凋或死亡，可由適當減少灌溉施肥來加以控制。

3. 立枯絲核菌：可見於莖及根部，常發生於繁殖期及開花期，病原常攻擊生根的小苗和綠色莖部，移植時造成的傷口及介質鹽份累積是常見的始因，可由避免植株受傷、適當的土壤濕度及防止菌蠅幼蟲而加以控制。

4. 其它常見的病害有葉斑病、潰瘍病、真菌性褐斑病、白粉病及瘡痂病。

病害發生前的管理有A.移植前先確認小苗的健康，移植時小心避免傷害根莖葉部位，而且不要種的太深。B.介質要通氣良好，而且先消毒過。C.追蹤介質酸鹼值及鹽份累積濃度，而且每次澆水要澆透。D.栽培中介質有計畫的噴殺菌劑。

若病害發生時，鑑別出病原生物是首要工作，接下來依各別病害建立

控制計畫(栽培及化學藥劑)，還有要清除病原及病原生物之寄主。舉例來說，作物發生根腐現象，不確定是腐黴病、疫病或立枯絲核菌，所以先檢查發病特徵。假如是腐黴病，減少灌溉及施肥，讓土壤乾燥及減少鹽分直到新根恢復。並施用適當的殺菌劑，追蹤監測直到病害痕跡度過（Ecke et al, 2004）。

（二）蟲害發生與防治

1. 菌蠅幼蟲：幼蟲會嚙食聖誕紅細根及莖部，主要危害繁殖期及生育初期。防治方法首先要確認買來的培養土是否有蟲卵附著，可取一部份介質和馬鈴薯放入封口袋保持潮濕2個星期，看是否有菌蠅孵化成蟲來確認之。栽培場地保持乾燥，積水處撒石灰，地上若生青苔，則菌蠅幼蟲容易寄生。

2. 蟎類(路易士葉蟎及二點葉蟎)：因族群增加造成葉片及植株的損害，主要危害母本期及開花期。防治方法為針對害蟲種類及發育時期施用適當的化學藥劑，大多數之化學藥劑是接觸性毒劑，需要接觸害蟲才有效，施藥周期以害蟲的生活史及發育有效程度為判斷因素，大多數害蟲需每3-4天噴一次直到生活史打破為止。

3. 粉蝨：為聖誕紅最常見的蟲害，粉蝨的取食會造成莖顏色變淡，全時期皆危害。防治原則如同蟎類，但也要注意蟲產生抗藥性的問題，適時更換化學藥劑。

其它害蟲並不常見，但沒檢查出來也會危害聖誕紅，如介殼蟲類、蛞蝓/蝸牛及鱗翅目幼蟲，可利用黃色黏板來確認蟲害發生程度（Ecke et al, 2004）。

七、生理失調發生與防治

生理失調肇因於生產時的環境逆境、營養缺乏或毒害及化學藥品施用不當。聖誕紅常見的生理失調有：

（一）莖的斷裂，可能原因有栽植擁擠，造成株行內光強度降低或缺鈣，要注意行株距及根部的正常作用。

（二）苞片邊緣壞疽，可能影響原因有缺鈣或銨態氮施用太多。由於鈣的吸收須藉由水分，所以須注意是否根部受到傷害，如肥傷或高溫逆境，銨態氮在栽培後期連續施用會增加苞片葉燒的機率。

（三）其它生理失調原因，如葉生小芽，造成原因常為盆栽種在出入風口；莖頂分叉可能是低溫或短日的影響；扁平帶狀生長的原因常因摘心時切口靠近

節上腋芽所致；乳汁溢出常導因於高相對濕度及介質含水量過多等因素（Ecke et al, 2004）。

結　語

聖誕紅的生產流程中每個步驟看似都能增加產品的價值，但重點是能否穩定而可重複，以維持產出時間和質量的可預測性，其最終目標就是建立最佳的聖誕紅健康管理標準作業程序（SOP）。藉由標準作業程序之落實執行，可讓生產者累積學習心得並持續改善生產作業及管理流程，而使台灣的聖誕紅產業淬練出高效質優之獨特的亞熱帶生產技術，以掌握產業之核心關鍵技術及區域競爭優勢。

引用文獻

1. 朱建鏞。1998。聖誕紅育種技術。聖誕紅生產技術與消費。台灣省桃園區農業改良場特刊第 12 號。P.5-11。
2. 沈再木、葉德銘、張維斌、傅仰人。2004。台灣盆花產業之回顧與展望。台灣花卉園藝月刊。200:102-117。
3. 林信山、柯南靖、郭聰欽。2004。植物健康管理的真諦及價值。水稻健康管理研討會專輯。農業試驗所特刊第 111 號。P.3-16。
4. 黃敏展。1996。亞熱帶花卉學總論。中興大學園藝系發行。
5. Ball, V. 1998. Poinsettia, pp. 482-509. In: Ball RedBook, 16 th edition, V. Ball, editor. Ball Publishing, Batavia, Illinois.
6. Boodley, J. W. 1998. Poinsettia, pp. 351-364. In: The commercial greenhouse. Delmar Publishers, Albany, New York.
7. Dole, J. M. 1999. Poinsettia, pp. 331-347. In: Floriculture principles and species. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
8. Ecke, P.Ⅲ., Faust, J. E., Higgins, A., and Williams, J. 2004. The Ecke Poinsettia Manual. Ball Publishing, Batavia, Illinois.
9. Love, J. W. 1980. Poinsettia, pp. 301-326. In: Introduction to Floriculture. Academic Press, Inc.

Poinsettia Health Management

Yang-Jen Fu[1], Ya-Ching Yang[1] and Shui-Ho Cheng[1]

Abstract

Poinsettia is one of the important pot plants in Taiwan. In recent years, the problems of flowering delay and disorder of plant growth caused by high temperature have been becoming more serious trend. Introducing the concepts of plant health management and standard operation procedure into poinsettia culture should improve its production process in Taiwan. In the present report we introduce the whole process of health management for pot poinsettia production, including the strategy of varieties selection, stock plants, propagation, media and nutrition, vegetative growth, height control, the greenhouse environment, scheduling flowering, pest and disease management and physiological disorder management etc. Carrying out the standard operation procedure can exactly enhance the cultivation techniques of producers and obtain modified management process constantly. Further, poinsettia healthy management would establish the unique pot poinsettia production technique in subtropical area, and let us possess the key point for industrial development and competitive advantage in adjacent areas.

Key words: poinsettia , health management

[1] Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

菊花之健康管理

蔡武吉 [1]

摘　要

菊花的栽種以傳統露地摘心栽培，漸漸走向設施高密度單莖栽培為主，目前外銷日本之菊花以設施多花菊為主。利用設施及配合自動養液灌溉系統生產多花菊，同時改為不摘心栽培方式，有縮短生產時期，減少病蟲害發生，增加採收的一致性及提高設施之運轉效率之優勢，確實能降低外銷日本通關之燻蒸率，在虎尾地區才能成為產業。菊花之健康管理首在於利用設施環控生產母本之健康種苗，目前需規畫出一套完整作業程序：包含健康種苗＞優良品種＞適合環境＞精準栽培技術＞標準採收及包裝流程＞超級通路商各環節。如此才能建立菊花健康管理 SOP，確保數量的穩定與產品規格化，以利外銷順暢。因日本市場需求多色混裝的多花菊，必須充分瞭解各品種開花時期及特性，達成多品種同時開花，以利混合包裝出口提昇產品價值。設施菊花生產，為台灣菊花銷日機會，配合此套菊花健康管理模式，一定可以恢復往年 5000 萬枝的佳績出口。

關鍵詞：菊花、設施栽培、標準作業流程、品質提昇

台灣目前之栽培現況

菊花(*Dendranthema* x *grandiflorum* 舊名 Chrysanthemam morifoliam ramat)原產中國、日本與歐洲。目前廣泛栽培之菊花，係由歐美及日本不斷改良選育多種野生菊雜交而來，育成目前商業或趣味栽培的各種菊花，新品種不斷推出，估計有超過 7000 個栽培品種。多花菊具有花色多樣，品種眾多，切花壽命長，容易進行產期調節，可周年提供切花，也是現今全球需求量最多的切花。

台灣菊花栽培歷史悠久，早期生產秋冬菊利用台灣的秋冬季氣候十分適合菊花生長，後期生產利用環控設施、品種篩選、光照調節及栽培技術，目前已能周年生產，並能成功外銷日本。設施多花菊在虎尾地區已形成產業及競爭優勢，然而在馬來西亞、越南等低緯度國家也投入設施生產花卉之競爭下，台灣菊花之出口遭受很大的衝擊。2008 年台灣菊花栽培面積 799 公頃，雖為切花之冠，但是與 10 年前種植面積 1600 公頃相比，相較減少 1/2 面積及數量，早期台灣菊花的栽種以傳統露地摘心栽培，漸漸走向設施高密度單莖栽培為主（尤其外銷），菊

[1] 虎尾鎮農會

花品種也由大菊改為多花菊，免去摘蕾及摘心作業，在 1999 年虎尾鎮農會，與貿易商合約契作栽培生產設施多花菊，並於 94 年成立外銷花卉專區，並引進具國際專利栽培品種進行專業設施生產。目前使用以色列自動滴灌系統模式生產。

管理技術及作業流程

一、種苗生產

一般商業生產菊花插穗，以莖頂扦插繁殖，故菊花母株的腋芽抽出與側枝的發育為影響插穗產量與品質的決定因子，因此母株栽培期的肥培管理、環境因子以及栽培管理如母株更新與去除腋芽數等亦是重要因素。而優良的母株生長，即在於是否能生產出大量、優良且無早熟芽的插穗。

以菊花 Luyona 和 Mefo 品種為母株，生長在 16℃者其插穗產量較 10℃者增加約 36%，插穗品質亦較佳(Winkler, 1967)。品種 Encore 母株生長溫度高於 21℃時則易生成早熟芽，且摘心後側芽不易生成，節間短、開花延遲(Cathey, 1954; 1955)。台灣秋冬栽培之冬王、月有及世界一等品種以日夜溫 20/15℃處理時產量最高，證實 Hentig(1976)所認為母株在較冷涼環境生長時，可維持生長期較長，而生產品質佳的插穗(林, 1982)。Faust(1992)以 Powerhouse 為材料指出，冷涼的夜溫並無法有效的防止高日溫 35℃下對菊花側枝所造成的不利影響，且高溫主要是抑制腋芽的分化，使腋芽分化不完全，當腋芽形成後置於高溫則不會影響腋芽之抽出。故台灣夏季生產菊花插穗應可利用高冷地培育母株，取插穗至平地育苗，不會影響側芽抽出率。

菊花為短日作物，早期學者認為早熟芽的發生是因為暴露於短日的時間不足所致(Post, 1940)。但盆菊品種’Bitter Sweet’在持續長日下亦能形成柳芽(Pophan and Chan, 1968)，所以 Cockshull(1975; 1976; 1979; 1985; 1992)認為這種現象未必與日長有關，而與植株頂芽大小、生理年齡有關。此生理年齡以葉數來推算，即長日下達到花芽分化時之葉片數(LDLN)，品種間的差異頗大；而環境因子可影響葉形成速率，間接影響了花芽分化的早晚，Encore 品種母株生長在 16℃下取得的插穗可正常生長，而於 21℃下生長的母株所取得之插穗則易產生早熟芽影響開花品質(Cathey, 1954)。

種苗生產及品種試驗

圖一、日本精興園

圖二、荷蘭菊花苗生產

圖三、荷蘭進口菊花插穗

圖四、虎尾菊花苗生產

二、電照模式

台灣自然的日長不超過 14 小時。菊花定植後在自然條件下很容易開花，為得到長花莖的切花必需以人工電照方法延長光照時間，以抑制花芽分化。控制短日植物開花時，短的暗期(短夜)比延長日長更為重要。當連續暗期不超過 7 小時，菊花就不會花芽分化。因此抑制菊花開花時，利用燈光照明將長夜分割成 2 個不超過 7 小時的短夜的方法，較之清晨或傍晚時分的延長電照有效，而且較不容易產生柳芽。因此一般電照處理的時間為 4 小時，而以夜晚 10 點到翌晨 2 點間的效果最佳。台灣地區在於秋冬之際氣溫轉涼、日照變短，菊花相當容易花芽分化，側花蕾數亦隨之增多，抑制菊花花芽分化的相對電照時數較長。各國菊花電照時數常因季節及品種有所增減，台灣即每年 10～3 月間至少電照 4 小時、4～5 月間 3 小時、6～7 月間 2 小時、8～9 月間需 3 小時，才能有效的抑制開花。為了節省電能，可利用間歇電照(cyclic lighting)的方式。

間歇電照的原理是利用菊花在電照關閉後對光線仍有一段遲滯的反應，因此不必連續電照數小時，可將應電照時數分割成數段照明，例如將電照 4 小時有 240 分鐘，分隔 10 分鐘電照 1 次，同樣有連續電照 4 小時的功效。基本上間歇電照的長短是依菊花對光度反應而定，因菊花對光度相當敏感，在接近芽體的葉片只要接受到 2 燭光(約 20 lux)，就可抑制開花。但由於植株間相互遮陰，光度應保持在 7～12 燭光(約 70～120 lux)以上，才能確保暗期中斷的效果。而遲滯反應的長短會因光度強度而異，故間歇電照的循環週期，在光度為 100 lux 以上時，則每 30 分鐘需有 10 分鐘的連續照明；若光度在 60～100 lux 時，則每 30 分鐘至少需有 15 分鐘的連續照明，一般秋冬季將可節省 2/3 以上電費，目前在虎尾已全面使用，近年來政府及台電公司積極推廣省電燈泡，並宣導 3 年後將停止生產白熱燈泡，促使新加入農民開始使用省電燈泡，目前還有一些產地已漸漸接受。此外發光二極體(LED)做為人工光源的研究也為各國研究焦點。

三、菊花之開花習性

菊花為短日植物，一般在秋季日長漸短的氣候環境下花芽分化，然後開花，俗稱秋菊。因為對日長及溫度之反應具有不同程度需求，遂衍生自然開花期不一的季節性品種，俗稱為夏菊、秋菊或冬菊，或稱為早生品種及中、晚生品種，目前台灣設施多花菊大多採用 7 週之品種。

決定日長反應的因子有三：

第一為臨界日長。早生品種或夏菊，其臨界日長較長，當日長短於 15 或 16 個小時，該群品種即可行花芽分化及開花，而晚生品種其臨界日長較短，必須在日長較短之秋冬季才能開花。由於每一個品種的臨界日長不同，自然開花期因而不同。

第二個因子為絕對性或相對性短日植物，秋冬菊晚生品種多為絕對性短日植物，其花芽分化必須短於臨界日長。若日長長於臨界日長，則不開花。而夏菊早生品種可能為相對性短日植物，其在夏季長日下亦能開花，只是在較長日長之夏季，其開花所需日數比秋季短日下長。在日長較長之夏季，到花日數較多。

第三為短日下開花所需週數，秋冬菊在日長短於臨界日長時會進入花芽分化階段，然依品種之不同，從花芽分化至到開花時所需日數會有不同，開花所需週數為 7-8 週者為早生秋菊，所需週數為 9-10 週者為中生秋菊，11-15 週者依序為晚生秋菊及冬菊。

除了日長反應，菊花之開花亦受溫度影響，溫度對菊花之影響可分為三種情形，第一種為秋冬菊對花芽分化適溫之反應。第二為夏季高溫造成之開花延遲及花芽不正常之現象。第三為夏菊系統之低溫春化現象。菊花之生長適溫為 15-25

℃。Cathey 將菊花品種對溫度之不同反應以夜溫 16℃為適溫基準分為三群。第一群為溫度正感應型(Thermo-positive) ，這一群之品種在夜溫低於 16℃下，到花日數明顯增加，低溫抑制此群品種之開花，而在 16℃至 25℃之適溫環境，到花日數差異小。第二群為溫度負感應型(Thermo-negative) ，這一群品種在夜溫高於 16℃以上，到花日數增加，高溫延遲此群品種之開花。第三群為溫度鈍感型(Thermo-zero) ，這一群品種在夜溫 10℃到 25℃之間，其到花日數較不受溫度變化影響，對溫度反應較為不敏感。從國外引進之秋冬菊品種在台灣冬季之露天栽培時，亦常有品種對低溫有不同之反應。例如台灣曾引進日本市場大菊使用品種"秀芳之力"，在台灣自然氣候下，冬季極易發生高節位簇生短縮[53,54]而延遲開花之現象(溫度正感應型)，終究無法適應台灣之氣候，為栽培者淘汰。

其次為夏季之高溫造成開花延遲之問題，此一現象發生在夏季應用黑幕短日進行開花調節時，在黑幕內發生 35℃以上之高溫，常會導致開花延遲及花朵發育不正常之現象，日本近代改良之夏菊品種已部分改善此一問題。台灣雖無遮黑幕行短日處理之栽培模式，然經栽培者多年篩選之夏菊品種，亦有夏季開花期延遲之問題，其原因可能同時受高溫及相對性日長反應所影響。近年來有利用設施栽培以提高品質，夏季設施內高溫造成之影響及品種篩選，則需進一步試驗調查。

圖五、傳統淹灌栽培

圖六、設施滴灌管栽培

圖七、設施高密度栽培情形（虎尾專區）

圖八、荷蘭多花菊生產

圖九、台灣多花菊生產

四、傳統摘心與設施不摘心之區別

菊花設施栽培：主要以人為的方式創造作物生長空間，使植物可不受外在風雨侵襲與並病蟲危害，調控環境以創造作物生長最適環境，達到提昇產量、品質與產期的目的。其次設施栽培可配合先進的生產設備，以增加生產效能，節省勞力，提高效能。

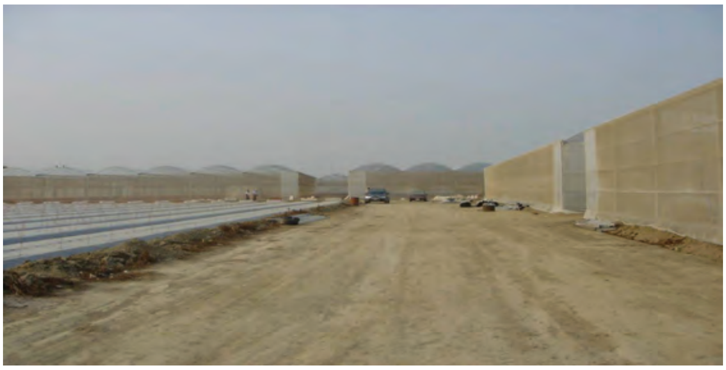
露天栽培菊花常見的缺點，主要是氣候的干擾，如強光、高溫、不當肥培、水分不均、寒流等，常造成生長遲緩，花芽分化與發育受阻，甚至延誤商機，其次露天栽培菊花常因雨水、風災蟲害造成嚴重損失，甚至無法採收。1960 年代，台灣開始空運菊花切花外銷香港、日本，因冷藏及海運運輸技術之突破，外銷日本菊花數量急速成長，1989 年曾經達到出口菊花 5000 萬支／年盛況，後來因進入日本通關檢疫遭受燻蒸比例高，及栽培技術未提昇不及琉球、荷蘭、東南亞等產地之競爭，2008 年出口日本之數量下滑 495 萬支，值得大家省思；並透過專家及學者建立一套菊花健康管理 SOP 以利再創台灣菊花外銷的康莊大道。

表一、傳統露天栽培及設施單莖栽培之區別

項　目	露　天	設　施	備　註
種植數量/分	12000 棵	53000 棵	
栽培方式	摘心	單莖不摘心	
電照時間	50 天	20~25 天	
電照方式	持續	間歇，可省 2／3 電費	
支撐器材	尼龍網	鐵絲網	
病蟲防治	不易	容易控制 z	
種苗	裸根（砂床）	裸根（泥炭）	
灌溉方式	溝灌	滴灌（自動）	
採收時期	10 天	3-5 天	
生產期	118 天	78 天	
吸水性	老化不佳	佳	
包裝方式	單色包裝	混合包裝	
氣候因素	易受影響	不受影響	
母本	國內母本	進口插穗母本	

利用設施生產多花菊確實能降低外銷日本通關之燻蒸率，2006 年曾全部安全通關。全國菊花種植面積 945 公頃，而虎尾鎮只種植 5 公頃，但外銷菊花佔當年全國菊花出口數量 40%。

設施多花菊種植成功關鍵在於健康種苗，供應秋冬季生產之母本需 7 月前定植，此時台灣氣候炎熱，培養優良插穗不易，傳統繁殖菊花苗不適合虎尾地區設施使用，因此本班設有專人負責菊花苗繁殖場，因設施單莖栽培苗不能老化，生長要整齊，唯有優良菊苗育苗才能生產出優良品質之菊花。菊花設施內栽培生長快速，正常電照 25 天可以停照，而菊花生產期調節容易，需適應應用抑制劑促使植株更健壯，以調整切花重量，以提高切花品質。



圖十、2005 年成立外銷花卉專業區(向台糖租地搭建 7800 坪)

種植密度：目前推廣之設施栽培，以簡易力霸溫室設施，採不整畦，超高密植方式，單幹不摘心的生產（臺灣俗稱一條龍），並配合自動養液灌溉系統，不摘心有利縮短生產時限，增加採收的一致性及提高設施之運轉效率，密植可提高單位面積產量，減少側芽的產生，提昇切花品質，不整畦可減少操作勞力，而利用自動養液滴灌系統可代替傳統淹灌，不僅省水、省工，精準給水、給肥營養與水分管理均一致，可使菊花生長整齊一致，每平方公尺種植 72 ㎡／株，栽培密度每分地約種 53000 株，提昇單位面積產能。

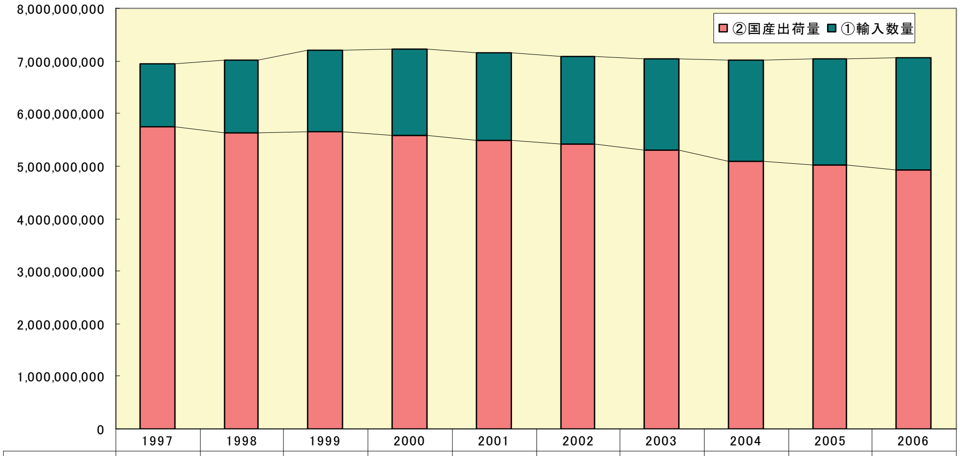
因菊花是契約生產，配合貿易商出口時間，所以必須充分瞭解菊花特性及停照週數進行計畫生產。因日本市場需求多色混裝的多花菊，目前利用停照時間來掌握開花時期，以利多品種同時開花，混合包裝出口。目前已經能達到 5 品系混合包裝，未來將朝著 8 品系混合裝箱，以達市場需求。

目前產業急待解決的瓶頸

1. 菊花新品種育成及品種權重視。
2. 初秋種植受高溫強光易有熱延遲，冬季種植易受低溫寒流而延遲。
3. 產區分散無法整合，出貨時期太集中，造成苗及分級包裝困難。
4. 種苗穩定建立 SOP 健康種苗生產體系。
5. 設施投入成本龐大及簡易設施的可利用性。
6. 提昇自動化系統與降低生產成本。
7. 週年供貨穩定建立品牌，積極開發直銷通路。

解決問題方法

1. 建立研發體系、將育成之品種進行試種，以利邁向國際市場。
2. 種苗除了建立標準程序，是外銷成敗關鍵。
3. 露天菊花外銷通路已遭受困難，擬推廣設施及新栽培模式來提昇品質及通路。
4. 目前在外銷主要產區彰化、虎尾等地區（重點輔導）。
5. 提昇設施栽培自動化系統，並充分運用設施運轉率。
6. 建立優良品牌，積極開闢直銷訂單。

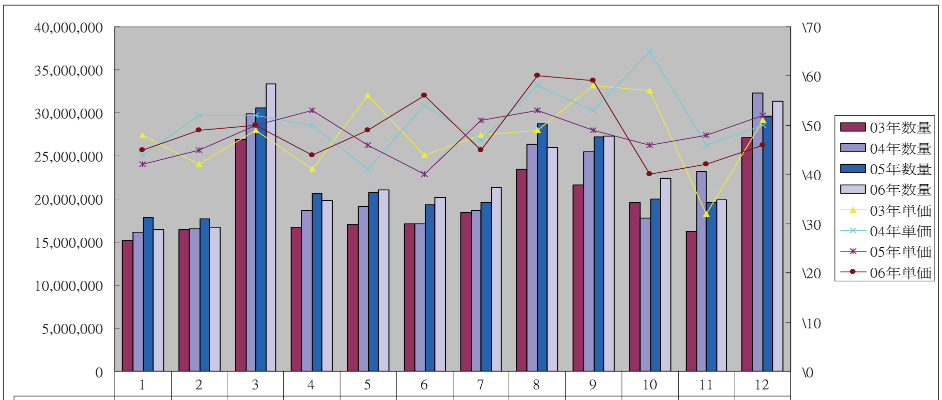


	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
①輸入数量	1,204,306,87	1,375,690,81	1,537,930,80	1,638,438,89	1,656,309,08	1,667,023,67	1,732,932,81	1,914,369,32	2,020,354,74	2,134,009,34
②国産出荷量	5,743,000,00	5,629,000,00	5,661,000,00	5,593,000,00	5,499,000,00	5,413,000,00	5,301,000,00	5,102,000,00	5,022,000,00	4,918,000,00

圖十一、日本切花總需要的推移（1997～2006 年）

国	2002	2003	2004	2005	2006	2007
韓国	22,542,143	22,670,141	22,905,146	20,675,290	18,848,586	13,225,253
台湾	11,747,205	13,526,145	17,533,930	14,399,110	11,949,903	4,475,400
中国	5,023,695	15,368,498	22,718,292	26,472,163	42,608,084	32,393,654
荷蘭	10,498,872	3,962,361	1,982,535	423,590	136,190	27,255
印尼	678,443	1,037,620	1,312,450	154,824	200	386,900
越南	6,054,801	6,434,571	10,449,922	14,165,296	17,239,068	15,723,461
馬來西亞	25,096,358	36,396,485	65,860,716	92,981,082	110,422,873	94,987,145
南非	28,225	30,400		620		2,000
紐西蘭	737,500	588,198				
肯亞	10,430					
哥倫比亞	5,485	5,156	144,437	72,068	35,895	60,490
菲律賓	120	8,280	43,557		780	85,470
香港	150					
泰國	162,930	637,521	458,020	107,345	19,400	46,830
辛巴威	500					
澳洲	67,690	30,000				
加拿大	54,000					
印度	10,000		250	2,640	11,180	8,080
新加玻	6,000	3,050	10,200		17,880	14,820
美國	40					
以色列		5,610				
義大利		40,800			90	250
哥斯大黎加			557	1,000		
斯里蘭卡			20	50		60
德國			90			
厄瓜多爾			4,400	1,270		100
西班牙				20		
巴西				100	4	
汶萊				60		
智利					320	
埃及					10	
土耳其						10
總計	82,724,587	100,744,836	143,424,522	169,456,528	201,290,463	161,437,178

圖十二、日本菊花進口排行榜



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
03年数量	15,160,0	16,399,0	26,939,0	16,764,0	17,028,0	17,119,0	18,452,0	23,430,0	21,619,0	19,587,0	16,234,0	27,135,0
04年数量	16,152,0	16,586,0	29,917,0	18,643,0	19,148,0	17,126,0	18,615,0	26,335,0	25,450,0	17,820,0	23,126,0	32,274,0
05年数量	17,875,0	17,677,0	30,582,0	20,629,0	20,734,0	19,365,0	19,621,0	28,782,0	27,217,0	20,028,0	19,631,0	29,611,0
06年数量	16,476,0	16,693,0	33,355,0	19,827,0	21,019,0	20,171,0	21,348,0	25,984,0	27,300,0	22,449,0	19,933,0	31,362,0
03年単価	\48	\42	\49	\41	\56	\44	\48	\49	\58	\57	\32	\51
04年単価	\44	\52	\52	\50	\41	\54	\47	\58	\53	\65	\46	\50
05年単価	\42	\45	\50	\53	\46	\40	\51	\53	\49	\46	\48	\52
06年単価	\45	\49	\50	\44	\49	\56	\45	\60	\59	\40	\42	\46

圖十三、日本多朵菊流通價量表

圖十四、自動控制及水質過濾系統（虎尾）

菊花健康管理 SOP

日本菊花需求量約２１億枝/年，多花菊約5億枝，輪菊佔１５億枝。得知日本人對菊花需求性，近年來國際經濟景氣不好，而跟據日方調查全日本人民對切花需求量並沒有減少，反而增加主要是國外切花進口日本持續在增加，因能源高漲日本國內生產切花成本提高，尤其是冬季切花，所以本國冬季氣候溫和，日照充足最適合菊花生產，又加上我國鄰近日本運輸成本低，絕對可以在東南亞市場再創佳績…等等優勢。

設施菊花生產，目前需規畫出一套完整作業程序，從種苗到採收包裝，確實控管，提昇品質、數量的穩定與產品規格化，以利外銷順暢，目前正是台灣菊花銷日好機會，而且競爭力高，只是把握現有設施，進一步將產品品質提昇，一定可以恢復往年 5000 萬枝的佳績出口。

健康種苗＞優良品種＞適合環境＞精準栽培技術＞標準採收及包裝流程＞超級通路商各環節充分配合將能建立菊花健康管理 SOP

引用文獻

1. 李哖. 1999. 種苗生產. 菊花綜合管理. p.13-19. 刊於：楊秀珠等(主編). 台灣省農業藥物試驗所編印.
2. 許謙信. 1993a. 台灣菊花生產技術之改進建議(一). 台灣花卉園藝(66)：43-46.
3. 許謙信. 1993b. 台灣菊花生產技術之改進建議(二). 台灣花卉園藝(67)：47-49.
4. 許謙信. 1993c.台灣菊花生產技術之改進建議(三). 台灣花卉園藝(68)：47-48.
5. 許謙信、葉德銘、陳彥睿和黃勝忠. 2002. 臺灣中部地秋冬季定植菊花之季節開花習性.台中區農業改良場研究彙報. (77)53-64.
6. 張錦興、王仕賢、王裕權、張元聰 2004 菊花設施栽培管理理論與應用 台南區農業改良場技術專刊 93-1(126)
7. 黃銘和. 1992. 季節、海拔、溫度與栽植密度對多花型菊花生長開花之影響. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文.
8. 葉德銘、洪惠娟、林和鋒、許謙信. 2002. 臺灣中部地區春夏季定植菊花之開花習性. 台中區農業改良場研究彙報. (77)65-75.
9. Cathey, H. M. 1954b. Chrysanthemum temperature study B. Thermal modification of photoperiod previous to and after flower bud initiation. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64:492-498.
10. Cathey, H. M. 1955a. Chrysanthemum temperature study C. The effect of night /day and mean temperature upon the flowering of Chrysathemum morifolium. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 65:499-502.
11. Cockshull, K. E. and A. M. Kofranek. 1994. High night temperatures delay flowering, produce abnormal flowers and retard stem growth of cut flower chrysanthemums. Sci. Hort. 56:217-234
12. Post, K. 1939. The relationship of temperature to flower and formation in chrysanthemum. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37:1003-1006.

Chrysanthemum Health Management

WU-JI, Tsai[1]

Abstract

Chrysanthemum cultivation changes its way from open field growth with pitching treatment to single stalk, high-density with protected facility cultivation method. In order to shorten the cultivation period, control the diseases and bugs , keep the postharvest quality, improve the efficiency of facilities function and make sure the blooms can pass the quarantine in Japan, without entailing additional smoking and steaming, we cultivate spray Mum in protected facilities with auto nutritional irrigation system and treated with no pitching. In addition, Spray Mums are the key export product to Japan and become one of the local industries in Huwei, Yunlin.

Key Words: chrysanthemum, facility cultivation, standard operation procedure, quality improvement

[1] Huwei Township Farmers' Association, Yunlin County, Taiwan

火鶴花的健康管理

張耿衡[1]、謝廷芳[1]、莊耿彰[1]

摘　要

台灣因具有火鶴花所喜好的溫暖高濕環境，使得火鶴花生產更具競爭優勢，目前台灣已能全年供應火鶴花切花。為改善產品品質，政府與業者共同推動一個健康的供應體系以應國內外市場的需求。2008 年台灣的火鶴花外銷量為 490 公噸，總值達 3.6 百萬美元。主要外銷市場為日本，其次為香港、新加坡等國。影響火鶴花切花品質的因素很多，如農業藥劑、溫度、光度、濕度與肥料。一套綜合性病蟲害管理、合理的施肥技術及適合火鶴花生產的設施結構是改善火鶴花產量與品質所必須的，而一套標準的採後處理技術也應包括在內。為達成符合花卉環保生產認證的標準，一個經由 ISO 品保認證與優良農產品認證(GMP)也許是提升火鶴花產業一個可行的解決方案。

關鍵詞：火鶴花、品質、栽培技術改進、健康管理

前　言

一、火鶴花的分類 (Taxonomy)

火鶴花 (*Anthurium andraeanum*) 為天南星科 (*Araceae*) Pothoideae 亞科花燭屬 (*Anthurium*) (van Herk et al., 1998)，而花燭屬是天南星科中最大一屬，由九百多個種 (*species*) 所組成，其中較常被用於盆花觀賞者為紅苞芋 (*A. scherzerianum*)，而最常被用於切花觀賞者即為火鶴花 (*A. andraeanum*) (Higaki, 1994；van Herk et al., 1998)。火鶴花原生於中南美洲，1876 年由法國科學家 Eduard Andre 於哥倫比亞及厄瓜多爾之安地斯山脈西側發現帶回歐洲，之後比利時 Jean Linden 嘗試栽培，生產銷售 (van Herk et al., 1998)，開啟了後續全球火鶴花之栽培及育種行為。

二、全球火鶴切花產業現況

荷蘭於 1956 年開始火鶴花之商業栽培，最早以種苗生產為主，由於荷蘭之氣候環境對火鶴花之栽培，產能效益較低，因此，於能源危機時期 (1985- 1990)，火鶴花之栽培面積日益減少。然而，自 1991 年開始，由於栽培技術之提昇改進，

---

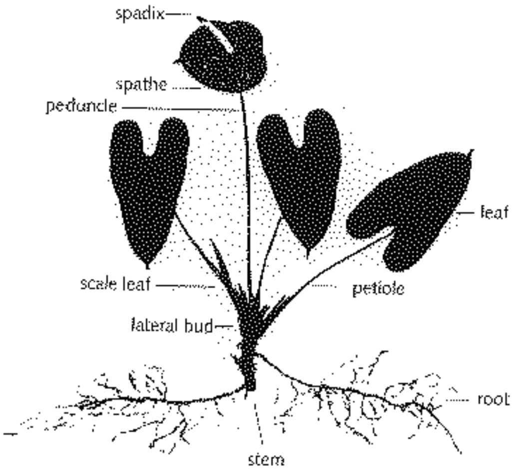
[1] 行政院農業委員會農業試驗所 花卉研究中心

品種不斷更新，因此，栽培面積及產量乃持續增加，尤其是 1990-1995 年間，切花栽培面積增加一倍，至 2002 年火鶴切花栽培面積達 95.6 公頃，年產量達 6.4 千萬支，年產值達 4.2 千萬歐元 (李，2003)。

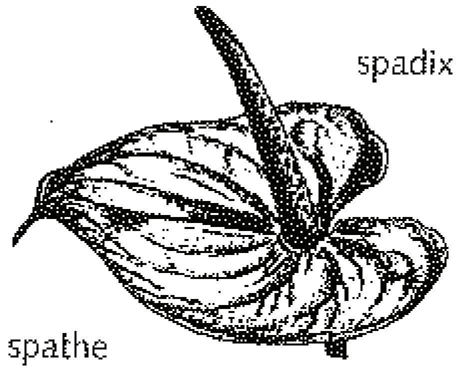
夏威夷於 1960 年開始有專業化設施栽培，1970-1979 年，火鶴花栽培面積由 16 公頃激增至 160 公頃，1980 年代，為夏威夷火鶴花產業高峰期，切花年產量達 3 千萬支，至 1999 年火鶴切花栽培面積達 99 公頃，年產量達 1.2 千萬支，年產值達 6.7 百萬美元 (莊，2003)。

模里西斯火鶴花栽培面積約 50 公頃，加勒比海地區之火鶴花栽培，於近年來，擴展迅速，主要產地為牙買加 25 公頃、千里達 22 公頃及多明尼加 5-20 公頃 (莊，2003)。

台灣近年來由於火鶴花生產栽培、包裝運輸及採收後處理等技術之進步，明顯提昇栽培生產之火鶴切花品質及瓶插壽命，2001 年成功以海運外銷至日本市場後，明顯增加台灣火鶴切花在日本市場的佔有率，2003 年台灣已成為日本市場最大之火鶴切花供應國。而且據統計，2007 年國內火鶴花栽培面積已達 160 公頃以上，年產量達 4.2 千萬支，且外銷出口逐年攀升，2008 年之外銷出口產值約 1 億元，其中以日本為主要的外銷市場，近 90%的日本進口火鶴花來自台灣數量高達 1 仟萬枝以上，為臺灣主力外銷切花之一 (彭，2003)。



圖一、火鶴花之根、莖、葉及花組成
(van Herk et al., 1998)



圖二、火鶴花之花序。
(van Herk et al., 1998)

火鶴花的生長與開花習性(Growth and flowering habits)

火鶴花是著生型之草本植物，具有氣生的鬚根，革質的單葉螺旋排列在短縮的莖上，而其所謂的"花"則由花梗、苞片及肉穗花序所組成(圖 1,2)；火鶴花幼苗之生長發育過程中，先經過一段單軸生長階段 (monopodial growth)，包括幼年相及營養生長相，之後，才進入合軸生長階段 (sympodial growth)，花器開始生成，單軸生長階段生成每片葉所需之積溫，隨著葉序增加，由 680 °C days 逐一遞減至 280 °C days 且葉片逐漸增大，反之，合軸生長階段則隨著葉序增加而逐一遞增，葉片及佛燄苞亦逐漸增大 (Dufour and Guerin, 2003)。

花芽露出至成熟時間受栽培地區環境、品種、季節及營養狀況所影響 (Klapwijk and Spek, 1984)。葉間期 (plastrochron) 長短，亦受品種、季節及日長影響 (Klapwijk and Spek, 1988)。切花產量隨株齡之增加而減少，苞片大小則隨株齡之增加而增大 (Higaki and Poole, 1978；Higaki et al., 1984)，植株老化後，苞片上長有粉色或綠色等雜色情形出現 (Rosario, 1981)。一般商業栽培火鶴花之生育階段及栽培時程，由組織培養苗馴化出瓶至穴盤苗需時 4 個月，穴盤苗至 8-10cm 小苗需 4 個月，8-10cm 小苗至可定植之本田苗需 4 個月，組培苗出瓶至開花需 12 個月 (表 1) (van Herk et al., 1998)，此外，開花所需時間和品種特性及肥培管理亦有極大關係，張及李 (2004) 曾以養液栽培馴化火鶴花組織培養苗，在水份及養份控制良好的條件下，僅需五至六個月，即開始開花，約縮短一倍時間。

表一、火鶴花之生育階段 (van Herk et al., 1998)。

Stage	Tissue culture	Plug	Half grown	Planted	Mature	Fully grown
Size (cm)	1 - 3	8 - 10	20 - 25	30 - 40	>80	100 - 200
Flowers (%)	0	0	0	10	50	100
Age (month)	0	4	8	12	16	20

光度、溫度及光合作用對火鶴花生育之影響

一、光度 (Light intensity)

火鶴花原生於熱帶雨林，性喜溼潤蔭蔽，為耐陰植物，日照太強會產生葉燒，低光度環境有利於植株養份之利用 (蘇，1992)，過低之日照則會造成消蕾導致產量降低 (薛，1993) ，且花苞小及畸形 (Leffring, 1975)，而 Higaki 及 Watson

(1979) 建議光度宜控制在 32-38 Klux，Drushal (1991) 則認為需光量隨品種而異，*Anthurium andraeanum* 之光度宜控制在 25 Klux，此外，林 (1994) 卻認為光度宜控制在 15-20 Klux，低於 5 Klux 將影響花苞品質，高於 20 Klux 將會導致葉燒。

二、溫度 (Temperature)

火鶴花為熱帶作物，因此，生長所需最低溫度相當高 (van Herk et al., 1998)，依夏威夷火鶴花栽培手冊 (Higaki et al., 1981)，火鶴花生長適溫為日溫 25-28 °C，夜溫為 19 -20 °C，大部份品種於 18 °C 以下即會引起寒害，產量降低，新葉皺縮、出現斑點、老葉黃化及花苞變形，15 °C 以下寒害徵狀更嚴重，低於 10 °C 則可能致死，高於 35°C 則生長緩慢，最高可忍受至 40°C。而荷蘭火鶴花栽培手冊 (van Herk et al., 1998) 亦指出火鶴花生育所需最低溫度為 14 °C，最高可忍受至 35°C，如栽培環境為高相對濕度 (eg. 80%) 則對溫度之耐受性會提高，大致上，溫度應低於 30°C，相對濕度至少達 50%以上。

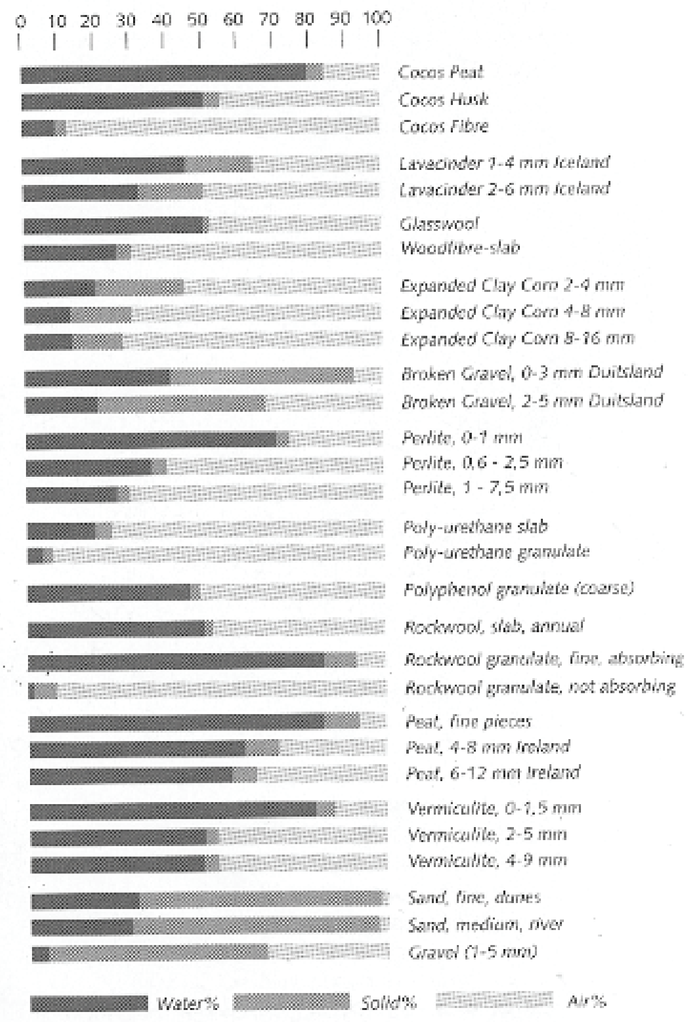
三、火鶴花之光合作用 (Photosynthesis)

光合作用對火鶴花之正常生育非常重要，光合作用不足，將導致光合同化物質不足以提供呼吸作用所需之受質，而無法維持葉、根及花正常生育，尤其是在高溫環境，呼吸作用相對旺盛，且葉及根常是花芽之光合同化物質競爭者，如光合作用不夠旺盛，將導致花芽之消蕾現象 (van Herk et al., 1998)。

通常火鶴花之光合作用能力由早晨天亮開始隨時間逐漸增強，直至早上 10-11 點最旺盛，環境中高相對濕度有利於氣孔導度之增加，促進氣孔張開及吸收二氧化碳，提高光合作用值 (朱，1998)。高溫 (高於 35°C) 下，火鶴花之光合作用能力明顯下降，由一日內之氣孔導度及細胞間之二氧化碳濃度變化來看，火鶴花具有 CAM 型植物之特性 (胡，1995)。

栽培介質對火鶴花生育之影響

火鶴切花生產系統，植株被持續栽植，作為切花採收，至少達 5-6 年，才會進行植株更新種植，因此，選用之介質穩定性非常重要，而介質基本上需具有良好之保水保肥力，良好之排水，不易腐爛，不易碎踻且物理性穩定、不含有毒物質、可提供植株適當支撐及可以碎裂成塊 (2-5 cm)，以利通氣，最重要的是，由於火鶴花根系為氣生根 (aerial root)，且氧氣無法由葉片運輸至根部，因此介質需提供充足空間供火鶴根系生長及儲存氧氣 (van Herk et al., 1998)。不同介質內之三相比例 (固/氣/水)資料詳見圖 3 (van Herk et al., 1998)。



圖三、不同介質內之三相比例 (van Herk et al., 1998)。

一、臺灣常用之火鶴花介質及問題

臺灣早期常用之火鶴花栽培介質，主要考量成本問題，以就地取材為原則，常用者為：玉米穗軸、稻殼、甘蔗渣、木屑及碎石等，除碎石外，其他介質經長期使用，將會有分解發酵現象，導致介質物理性改變之問題，碎石則有保水保肥性不佳之問題。目前許多業者改用較不易分解之椰塊。

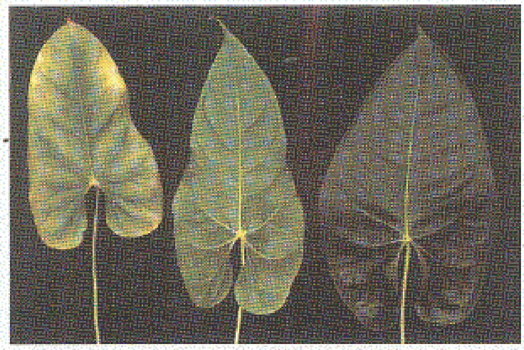
二、火鶴花之營養需求

火鶴花生長表現，顯然地深受肥培策略之影響，而肥培策略則因地、品種及介質而有不同，這包括了肥料成份、數量或濃度、給肥方式、給肥頻率及給肥時機。此外，有效之火鶴花肥培管理需注意以下幾點原則：(1) 施肥需針對火鶴花之需求，肥料組成應區分為苗期與成株，(2) 施肥需針對栽培介質本身之營養元素含量情況來調整，例如：介質如以石灰調整 pH 值後，將含有大量之鈣，(3) 施

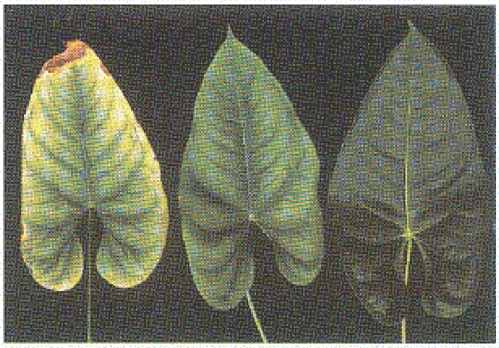
肥需考量有機質介質經長期使用後，因微生物分解將有許多營養元素釋出，(4) 施肥點應於火鶴花可進行有效吸收之部位 (根)，(5) 施肥需考量灌溉水質之狀況 (van Herk et al., 1998)。

三、火鶴花之營養缺乏徵狀

氮為移動性 (mobile) 元素，缺乏時老葉將出現壞死斑點 (necrosis spot) 及黃化 (yellowing) (圖四) (van Herk et. al., 1998)。磷亦為移動性元素，對酵素合成及根部發育極為重要，缺乏時老葉葉緣將呈現黃化，新葉將呈現變硬、暗綠色及比老葉還小之現象 (van Herk et al., 1998)。鉀亦為移動性元素，對水份吸收及蒸散極為重要，缺乏時老葉葉脈間將呈現黃化，葉色變淡綠色，新葉變紅或暗綠色及比老葉還小之現象 (圖五)，紅或橘色花系之花苞邊緣將呈現藍化及花苞出現斑點，淡色花系之花苞將迅速出現玻璃化 (glassy) 現象 (van Herk et al., 1998)。



圖四、氮缺乏 (左及中)，正常 (右) (van Herk et al., 1998)



圖五、鉀缺乏 (左及中)，正常 (右) (van Herk et al., 1998)

鈣為不移動性 (immobile) 元素，對細胞增生及結構極為重要，缺乏時新葉將呈現不規則黃斑，葉形將更尖銳 (van Herk et al., 1998)。鎂為移動性元素，是葉綠素及酵素之組成，缺乏時老葉葉脈間將呈現黃化 (van Herk et al., 1998)。硫亦為不移動性元素，為蛋白質之組成及具有緩衝重金屬之傷害，缺乏時新葉將呈現黃化 (van Herk et al., 1998)。

台灣火鶴切花產業與健康管理

近年來，台灣由於火鶴花生產栽培、包裝運輸及採收後處理等技術之進步，明顯提昇栽培生產之火鶴切花品質及瓶插壽命，根據統計，2007 年國內火鶴花栽培面積已達 160 公頃以上，年產量達 4.2 千萬支，且外銷出口逐年攀升，2008 年之外銷出口產值約 1 億元，但如以整體產量與銷售數量分析:國內銷售約 1 千 1

百萬枝，總銷售數量約僅預估產量的 50%，期間的落差不是統計上的誤差就是反映了火鶴花良品率偏低的問題。

一、荷蘭、夏威夷及臺灣火鶴花栽培系統比較

荷蘭之火鶴花商業栽培系統，為因應當地之氣候環境因素，是以高成本之精密溫室進行設施栽培，優良之環控系統輔以適當之養液肥培，相對地，其產量及品質亦較高 (表 2-4) (van Herk et al., 1998)。臺灣之火鶴花商業栽培系統，則和夏威夷相似，大多以只可遮蔭之簡易網室進行設施栽培，成本低，但易受天然氣候影響，產量及品質亦較低 (表 2) (林，2003)。

表二、荷蘭、夏威夷及臺灣火鶴花商業栽培系統比較

	荷蘭栽培系統	夏威夷栽培系統	臺灣栽培系統
設施	精密溫室	簡易網室可遮蔭	簡易網室可遮蔭
氣候調控	控制溫度、光度	調控光度(遮蔭)，受天然氣候影響	調控光度(遮蔭)，受天然氣候影響
介質	人造介質(花泉)	就地取材，成本低 (火山灰石)	就地取材，成本低
肥培	養份供給較穩定一致	依不同介質理化特性，及不同季節，調整適當養份供給	無適當肥培策略
肥培模式	養液栽培	堆肥、緩效肥、液肥綜合使用	堆肥、緩效肥、葉肥綜合使用
栽培成本	高	低	低
切花量及質	多、佳	中、中	中、受季節影響不穩定

由上述分析可以發現台灣的火鶴花多於簡易遮陰設施下栽培，在季節性氣候變化明顯的狀況下，週年的品質穩定性不易掌控，也較容易發生生理性的障礙影響切花品質，而栽培品種大多來自溫室選育品種更加重了問題的嚴重性，此外病蟲害管理也是影響品質的主要因素之一，這些課題都是造成良品率偏低的因素。

二、影響火鶴花生產與品質的因子

（一）火鶴花重要病害

細菌性葉枯病(Xanthomonascampestris)是對火鶴花危害最嚴重的病害，臺灣於 1991 年在南投縣埔里火鶴花栽培場首先發現葉片上呈現黃暈壞疽型病徵之細菌性葉枯病，次年於南部發現黃化型病徵之葉枯病，隨後細菌性葉枯病逐漸蔓延至臺灣各地。葉枯病在臺灣之病徵型態頗多，葉片上除上述壞疽型及黃化型病徵外，還包括水浸狀斑及同時具水浸狀斑、黃化、壞疽斑等病徵中之二種或三種組合之病徵，且組合型病徵病勢進展較快，也較為常見。基本上細菌性葉枯病發病初期會在葉片邊緣產生水浸狀之壞蛆病癥，並逐漸導致全株罹病死亡。葉枯病的病源菌會隨著田間多餘的水、噴濺的雨水或鄰近植株葉片的磨擦及修剪器具等傳播，且目前還沒有有效的化學藥劑可以防治，因此對一些易感病的品種最好能在防雨設施下以滴灌方式栽培，以避免病源的傳播。其他如疫病、炭疽病、根腐病、白絹病等真菌性病害及青枯病、等細菌性病害的防治也應注意。針對病害的防治目標，操作上最好讓植株遠離地面栽培，以避免病源菌的噴濺，加強園區的通風，並避免在夜間澆水。

（二）火鶴花重要蟲害

斜紋夜盜蟲，初孵化之幼蟲成群危害，取食葉肉而僅留透明表皮，白天少危害，在夜間外出取食危害，被害葉片形成孔洞造成葉片大孔或缺刻，嚴重時僅留葉柄及葉脈。以十至十一月間及四至六月間發生密度較高。

長尾粉介殼蟲，成蟲及若蟲聚集在葉片、葉脈及葉柄上，吸食汁液，致使葉片乾枯脫落，棲息葉背較多，偶而發生在心芽及苞片上。週年皆可發生，繁殖力強。

太平洋偽葉蹣，害瑞成群棲息在葉背居多，被害葉片初呈灰白色斑點，後轉呈灰褐色斑點，大量發生時葉片枯黃而脫落。週年皆可發生但多發生於乾旱高溫季節，直接吸食植株汁液導致生長衰弱，一般於每年四月開始發生，梅雨季後開始嚴重，八、九月最為嚴重。

薊馬，成蟲及若蟲棲息於未展開之葉片及苞片危害，使葉片無法正常展開發育，嚴重時捲曲、皺縮，外表呈褪色黃斑，外表皮呈褐色，常被誤認為葉部病害而延誤防治時機。薊馬危害狀與瑞類相似，週年皆可發生，一般在葉片及未展開之苞片上吸食汁液危害，高溫乾燥之季節發生嚴重。

（三）栽培環境與栽培，採收技術

藥害：由於火鶴花的病蟲害控制不易，為降低病蟲害對切花品質的影響，化學藥劑是不得不採用手段，然而火鶴花對許多殺蟲及殺菌劑敏感，不當的藥劑施用經常會造成葉片或切花品質的傷害，影響毒害的因素很多也不易控制基本上受到品種、藥劑種類、劑量、施用方式與施用時機的影響。

1. 熱休克與低溫寒害

火鶴花生長最好的溫度條件是日溫在25~32℃，夜溫21~24℃的環境，當溫度超過35℃時，輕微時造成肉穗花序的畸型化，消蕾，嚴重時會造成葉燒、苞片退色並降低花朵壽命的現象。火鶴花對霜害或寒害的反應是相當敏感的，大部份品種在15~18℃以下即會引起寒害，產量降低，輕者在葉柄或花柄上造成鋸齒狀齒痕，苞片變型的現象，嚴重時葉片或植株枯黃。

2. 生理性障礙

由於簡易設施下的微氣候環境不易調控，火鶴花發生生理性障礙的現象經常可見，而且發生原因也大多不明，火鶴花花瓣常見的生理病害如消蕾、畸型、摺耳(folded ears)、苞片夾縮(Sticking)、花芽卡住(Jamming)、苞片破裂化(Cracks)及玻璃質化(Glassiness) ，這些發生的原因大多不明，但多發生在生長快速的階段。玻璃質化在淡色品種發生透明組織，在橘紅與紅色的花瓣則呈現暗青色斑。斑點出現在許多品種的肩部。這些病徵都有相同的生理特徵。如植株地上部生育遲緩，而地下部根系活力過強，細胞內的水份蒸散能力不強。細胞內水份停留於細胞內部無法輕易釋出。因此造成玻璃質化與花瓣出現暗青色。崩潰的細胞造成玻璃質化或暗青色斑。

3. 採收處理

採收過程中人工與機械傷害，過多的切花置於桶內造成的擦傷、過多的包裝流程及不適當的保鮮流程都會影響切花品質。

健康管理對策

一、病蟲害管理規範

為避免重要病蟲害之傳播，2000 年公告”火鶴花種苗特定疫病蟲害檢查作業要點”，落實該檢查作業要點能有效由種苗管控病害的傳播。篩選適當且不至對

於火鶴花造成傷害的防治藥劑與施用方式，建立綜合病蟲害防治模式與推薦藥劑是建立火鶴花優良農產品（Good Agriculutral Product）驗證體系首先要突破的技術門檻。

二、合理的肥培技術

火鶴花生長表現，顯然地深受肥培策略之影響，而肥培策略則因地、品種及介質而有不同，這包括了肥料成份、數量或濃度、給肥方式、給肥頻率及給肥時機。此外，有效之火鶴花肥培管理需注意以下幾點原則：(1) 施肥需針對火鶴花之需求，肥料組成應區分為苗期與成株，(2) 施肥需針對栽培介質本身之營養元素含量情況來調整，例如：介質如以石灰調整 pH 值後，將含有大量之鈣，(3) 施肥需考量有機質介質經長期使用後，因微生物分解將有許多營養元素釋出，(4) 施肥點應於火鶴花可進行有效吸收之部位 (根)，(5) 施肥需考量灌溉水質之狀況 (van Herk et al., 1998)。

三、改善栽培設施與灌溉模式

簡易設施下的溫度不易控制，尤其在高溫期，因溫度的劇烈變化造成一些生理性的病變降低切花品質，一個適合火鶴花生產的改良式設施是提高切花良品率與品質的基本需求，此外針對不同品種特性對環境變化的生理反應資訊欠缺也是急需建立的項目;基本上火鶴花雖然喜好高濕的環境，但穩定的高溼度環境，降低植體內部的蒸散作用，經常也是造成生理性障礙的因素，調整灌溉頻度或供水方式，適當的保持栽培環境內溼度的變動，或以內風扇氣流促進植物的蒸散速率，可促進植豬地上部的生育速度，提高切花產量與品質; 改變灌溉模式可減少苞片表面的水漬，同時控制設施內溼度變化，並配合養液的施用，但必須注意對幼嫩組織可能造成的傷害。

四、建立採後處理標準流程

基本上火鶴花已有一套標準的採後處理流程，但仍留存改善空間，如田間熱的去除、採收容器規格與是當之放置量、包裝流程之簡化，降低採收與包裝過程造成之人為與機械損傷，甚至於探討採收前(後)處理對特定時期瓶插壽命短縮之影響，都是提升產業的方式。

結　論

提高產能與良品率是健康管理的首要目的，花卉環保生產認證（MPS）雖然是國際花卉貿易的主流體系，但是台灣在火鶴花栽培的基本生產資訊缺乏的狀況下，花卉環保生產認證仍是遙不可及;目前政府已開始推動火鶴花生產的 ISO 認

證體系，如果病蟲害防治推荐藥劑的合法化獲得解決之後，在 IOS 的基礎下將可進一步推動優良農產品認證體系(GMP) ，並朝向花卉環保生產認證的國際目標。

引用文獻

林瑞松。2003。火鶴花栽培管理。火鶴花專刊，Pp. 61-70，臺灣區花卉發展協會。

朱玉瓊。1998。光線與溫度對火鶴花生長與光合作用之影響。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文，臺北，臺灣。

李嘉慧。1990。蝴蝶蘭形態解剖及光度、花芽發育對碳水化合物含量之影響。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文，臺北，臺灣。

邱基碩。1992。遮陰處理對火鶴花植株生長及切花瓶插壽命之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文，臺中，臺灣。

張庚鵬、李豔琪。2004。玫瑰與火鶴花的合理化施肥。豐年，54：60-63。

莊耿彰。2003。 夏威夷州的火鶴花產業。火鶴花專刊，Pp. 1-14，臺灣區花卉發展協會。

彭福全。2003。臺灣火鶴花外銷現況與展望。火鶴花專刊，Pp. 43-58，臺灣區花卉發展協會。

胡發韜。1995。火鶴花光合作用與消蕾之研究。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文，臺北，臺灣。

薛芳菁。1993。火鶴花周年生育、光合作用與開花之關係。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文，臺北，臺灣。

Drushal, N. L. 1991. Ball red book. 15th edition. Pp. 328-329, 498-520, 772-773.

Dufour, L. and V. Guerin. 2003. Growth, developmental features and flower production of *Anthurium andreanum* Lind. in the tropical conditions. Sci. Hort. 98：25-35.

Higaki, T. and D. P. Watson. 1979. Anthurium culture in Hawaii. University of Hawaii, Coop. Ext. Ser. Circ. 420:1-20.

Higaki, T., D. P. Watson and K. W. Leonhardt. 1981. Anthurium culture in Hawaii. Univ. of Hawaii, Coop. Ext. Serv. Circ. No. 420：1–20.

Higaki,T., H. P. Rasmussen and W. J. Carpenter. 1984. A study of some morphological and anatomical aspects of *Anthurium andraeanum* Lind. University of Hawaii, CTAHR, No. 30.

Higaki,T., J. S. Lichty and D. Moniz. 1994. *Anthurium* culture in Hawaii. University of Hawaii, HITAHR Res. Ext. Ser. 152, 22 pp.

Higaki, T. and R. T. Poole. 1978. A media and fertilizer study in *Anthurium*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:98-100.

Klapwijk, D. and H. J. H. van der Spek. 1984. Leaf formation and flower production in *Anthurium andraeanum.* Vakblad voor de Bloemisterij. 39:54-55.

Klapwijk, D. and H. J. H. van der Spek. 1988. Development rate, flower growth and production of *Anthurium.*Nether. Joru. Agr. Sci. 36:219-224.

Leffring, Ir. L. 1975. Influence of climatical conditions on growth and flower yield of *Anthurium andraeanum.* Acta Hort. 51:63-68.

van Herk, M., M. van Koppen., S. Smeding., C. van der Elzen., N. van Rosamalen., J. van Dijk., A. Lont and J. van Spingelen. 1998. Cultivation guide *Anthurium.* p. 17. Anthura B. V., Bleiswijk, Holland.

The Health Management of Anthurium

Keng-Chang Chuang[1], Ting-Fang Hsieh[1] and Keng-Heng Chang[1]

Abstract

Taiwan has an advantage for production of Anthurium due to the hot weather and high humidity which favor for Anthurium growth. Currently, the export market can be supported through out the year-round production. To improve the quality of the product, the government and industry are working together in collaboration to develop a healthy supply system for both domestic and global markets. Taiwan has exported 490 metric tons of Anthurium and almost 3.6 million US dollars of product value in 2008. The major export market was Japan, follows were Hong Kong and Singapore. The quality of Anthurium cut flower was affected by many factors, such as agrochemicals, temperature, light intensity, humidity and fertilizer. In order to increase the cut flower yield and improve the vase life of Anthurium, some techniques are recommended to farmers such as an integrated pest management, a reasonable fertigation system and a structure suitable for Anthurium production. Besides, a standard procedure system for post-harvest is necessary also. To match the need of MPS, a system via ISO and GMP identity systems be a resolution for Anthurium industry is discussed.

Key Words: Anthurium, Quality, Cultivation improvement, Plant health management

[1] Floriculture Research Center. TARI. COA

球根花卉之健康管理

林信山[1]、柯南靖[2]

摘　要

劍蘭與百合是國內主要之球根花卉，以植物健康管理應用在其種球及切花之生產流程已經開發成熟，可提供給有心從事全球市場永續經營者，落實農企業之全球化，以期在環境保護及經濟效益之前提下，發展我國之永續精緻農企業。

關鍵詞：劍蘭、百合、健康管理、永續發展

前　言

台灣地處亞熱帶，作物的生產經常飽受病蟲害之侵襲，雖然，在病蟲害發生時可以使用藥劑來防治，但是由於藥物之濫用已造成環境之污染，構成人類健康的威脅，並破壞生物多樣性之建立及自然生態之平衡。因此，農業之生產有必要建立一個環保又有經濟效益之體系，健康管理乃是迎合此需求而產生之整合性生產流程。其強調預防勝於治療，是農業生產必需採用的方法。但需針對每項作物建立個別之生產流程，使生產者容易運作，以求規格化之量產，我國加入 WTO 後有更大之國際市場發展空間，應可把每個重要經濟作物之健康管理流程標準化，供生產者採用，並建立國際化連鎖經營體系，強化我國農業在國際市場之競爭優勢。

國內之球根花卉栽培極為普遍，劍蘭、百合、海芋等皆是極為普遍之切花或盆花品項，文獻上有關病蟲害及栽培方法，品種及生理特性等皆有許多研究報告(1,3,4,5)，然而，面臨企業量產時，這些研究成果之重要在於如何將其應用在產品品質之保障，正如大眾所知，任何作物之生產，一旦受到病蟲害的侵襲，其品質皆已受影響。本文主要強調植物健康管理之流程，前處理種球，使其根系生長健康，以預防各種病蟲害感染並影響開花之品質，提高其生產之經濟效益，本文僅以劍蘭及百合為範例，說明健康管理在球根作物生產之應用。

---

[1] 環球技術學院
[2] 財團法人全方位農業振興基金會

百合之健康管理

義大利南部地區類似臺灣氣溫，當地夏季百合切花之生產方式之一，是以箱植方式在 8-12℃之低溫下 3-4 星期，待其根系長出後再移至田間，以增加百合對高溫逆境的耐性，這種做法已是一種健康管理的流程，為落實此產業，由種球之繁殖至花球之開花，必須做好整體性全球產業之規劃。

百合種球之繁殖，在國內應是極具潛力之產業，鱗片繁殖前，選取健康種球並透過組培量產方式增殖，並以塑膠袋(圖一、二)作為量產之容器，既可減低生產成本之外，對生產之經濟效益及環境保護皆有相輔相成之效果。生產之組培球經過田間種植一次後，即可成公斤球(圖三)，在將其冷藏待其打破休眠後，再於田間種植一次即可成為開花球，此開花球已具有商業價值，當其運抵各生產地，再予以冷藏前處理，誘出其根系後(圖四)即可種植於田間成為開花株，可做為大量切花生產之模式，此種種植方法因種植前良好根系已被誘發，因此於田間栽培時，只需定時供應肥料及水分即可達到高品質花株之效果。由於品質比傳統切花優越，也可增加其市場之競爭力。

旺盛的根系(圖五)可吸收養份供給地上部發育，而開花後，這些養份又回流到種球，使得子球得以充實，藉由提早建立新根系以強化植株而促進百合的生育，有助於切花及種球品質的提升。低溫可促進種球內碳水化合物分解成小分子，如蔗糖、甘露糖、果糖及寡糖等[6]，這些小分子提供了足夠的能量，供給根系及芽之生長。低溫下萌發的根，根毛多，粗短健壯，一旦移入田間給予足夠水份，即可發揮吸收養水份的功用，克服田間高溫下根系生長不良的問題。

以有機養液為基礎，配合介質栽培及低溫發根處理，以強化植株根系，生產過程中減少農藥施用，兼顧生態及生產品質。以可重疊式栽培籃及無土介質種植，以利機械省工操作及從事計畫性生產，期能提高種球品質，減低生產成本，增加市場競爭力。

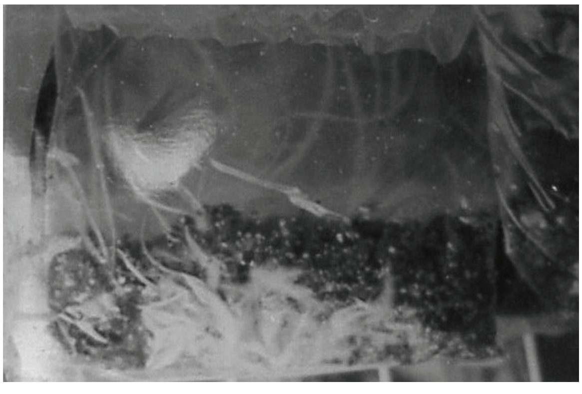
不同品種對溫度反應不同，以 Elite 而言，經 5℃處理之百合，種植一季後可得周徑約 17.5 cm 的子球(圖六)，與 10℃ (16.17 cm)無明顯差異，但遠大於無低溫前處理者(12.9-13.1 cm), 在子球重量上，以 5℃前處理者效果最佳，可得平均重量 64.67 g 之子球，其次為 10℃ (54.14 g)，不經前處理的種球，不論有無有機養液處理，子球重量只有前二者的 2／5 至 1／2。田間施肥之不同對子球周徑及重量並無影響。

劍蘭之健康管理

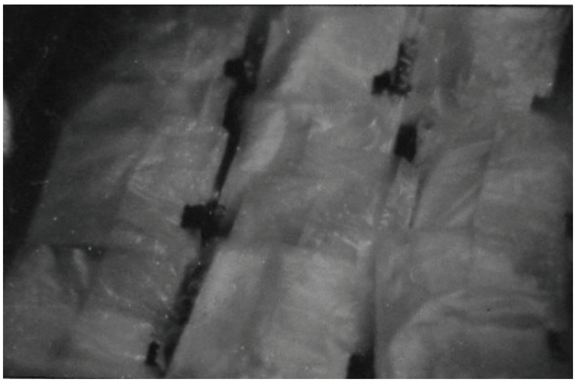
各品種之種球可藉由組培大量繁殖，並利用塑膠袋繁殖小球，可減少種球生產成本達到經濟之效益(圖七至圖九)，經過低溫打破休眠之種球，需先以低溫(5℃)浸漬於生物製劑內兩天之時間，再將種球依其生長空間排置於裝好有機介質之栽培盤內，並將介質覆蓋於種球後，於 15℃以下之陰暗處催根，待根系長出後即移置田間栽培，栽培盤移至田間之前，田間作業包括整地、噴灌等設施，皆需要事前做好，待栽培盤移至田間後，發根之種球即會快速發芽，並配合定期施用肥料與灌溉，即可收成高品質之終端產品。此種流程所生產之種球或切花，其品質皆比傳統種植之方法更佳(圖十)[1]，而其產生之實質經濟效益，也遠超過於一般傳統栽培方法(表一)，由此可知採用健康管理流程之投資金額較高，但其收益則明顯提高，這對於企業之發展未嘗不是有益，因為一般傳統種植之環境負擔遠大於健康管理流程之做法，加上其品質又比健康管理者較差，在市場淘汰下，遲早無法生存，即使是初期投資較少，亦不具市場競爭力。

結　論

球根花卉之生產若能以健康管理之標準化生產，可利用國內氣候之優勢，周年生產種球，再將這些可以開花的種球，運抵於全球無法生產種球或生產成本太高之消費處。栽培成當地市場所需之產品，應是我國精緻農業最為優勢之處，除了可以帶動國內農企業走向國際市場，亦可同時做好環境保護工作，相信這種做法達成土壤健康後，也才能有健康的植物、動物、人類及環境。這是整體性運作所產生之效益，健康管理之推動是落實環保極為重要之基礎。正如有機心生活一書所提及“它是一種精神；一種生活態度，而不是口號；也不是手段或方法”[2]。



圖一、在塑膠袋內生產之百合組培球。
Fig. 1. Lily bulblets propagated in plastic bag.



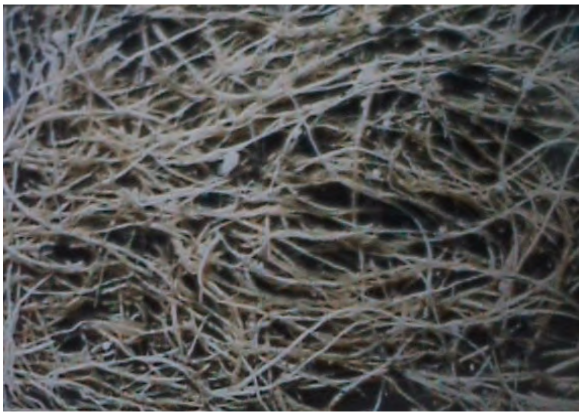
圖二、以塑膠袋大量生產百合組培球。
Fig. 2. Plastic bag system used for lily bulblet mass propagation.

圖三、組培球經過田間栽培一次後之百合公斤球，具有健康良好之根系。

Fig. 3. After grown in the field, lily bulblets have their good root system for next season.

圖四、百合開花球經由冷藏處理誘出根系準備移植於田間種植。

Fig. 4. Lily bulbs are ready to plant out in the field when roots are induced as shown in the picture.

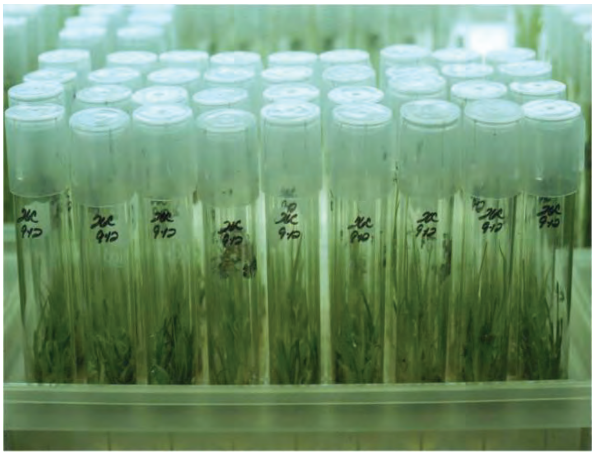


圖五、健康旺盛之根系是健康管理最重要基礎。

Fig. 5. Vigorous root system is required for plant health management.

圖六、經由健康管理所培育之百合開花球。

Fig. 6. Lily bulbs (Elite variety) from cultivation with plant health management practice.

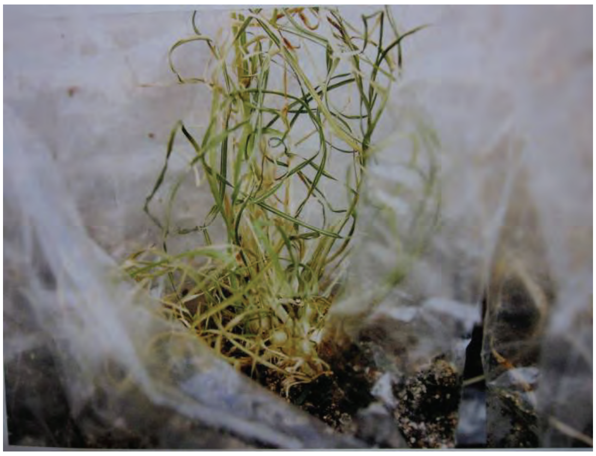


圖七、組織培養是種球繁殖之基本方法，一般皆以玻璃或不同塑膠容器來培養無病毒之種球。

Fig. 7. Tissue culture is the basic for bulb production. Conventional method using test tube for propagation is one of them to grow virus-free gladiolus bulblets

圖八、組織培養後之小苗種出於栽培盤，需十星期之溫室栽培才能養成小球。

Fig. 8. Gladiolus explants need to grow out in greenhouse, they are planted in trays to grow into cormels about 10 weeks.



圖九、塑膠袋繁殖劍蘭組培球，以減少如圖八種植於溫室之澆水及施肥所需之栽培成本。

Fig. 9. To save the problem of growing in greenhouse as last figure, gladiolus plantlets can transplant into plastic bags directly and leave in green-house without adding any water and fertilizer.

圖十、經過健康管理流程後之劍蘭，除品質優良、發育整齊，有利於在短期間內採收完成。
左：一般傳統方式栽培之劍蘭。
右：經過健康管理後之劍蘭。

Fig. 10. With health management (R), gladiolus flowers show better quality and longer vase life, conventional flowers as shown on left.

表一、健康管理與傳統種植方法收成之比較

Table 1. Difference between plant health management and conventional production

栽培方式 Cultivation method	收入 Income	支出 Expense	毛利 Gross profit
植物健康管理 Plant health management	150,000	57,360	92,640
傳統種植方法 Conventional production	100,000	40,500	60,500

引用文獻

1. 柯南靖。2003。植物健康管理劍蘭篇。財團法人台灣區花卉發展協會。82 pp。
2. 劉力學。2005。有機心生活。咖啡田文化館。251 pp。
3. 劉益弘，黃健瑞，楊秋豪，陳昭瑩。2008。過氧化氫對灰黴病菌侵染百合過程之影響。植物病理學會刊 17(4)：307-314。
4. Chen C.C., Chen T.C., Lin Y.H., Yeh S.D., and Hsu H.T. 2005. A Chlorotic Spot Disease on Calla Lilies (*Zantedeschia* spp.) Is Caused by a Tospovirus Serologically but Distantly Related to *Watermelon silver mottle virus*. Plant Dis. 89:440-445.
5. Kong B., Yu J., Chen H., Han C., and Wang J. 2000. Production of antiserum to recombinant coat protein for detecting lily mottle virus in Yunnan, China. Journal of Phytopathology 157(6): 362-369.
6. Miller, W. B. and R. W. Langhans. 1990. Low temperature alters carbohydrate metabolism in Easter lily bulbs. HortSci. 25(4): 463-465.

謝　辭

感謝苗栗農改場盧美君博士提供資料；本文承財團法人全方位農業振興基金會陳範文小姐謄稿打字，在此一併致謝。

Plant Health Management for Bulb Crops

Hsin-Shan Lin[1] and NanJing Ko[2]

Abstract

Gladiolus and lily are two of the most popular bulb crops in Taiwan flower industry. Plant health management has been developed well suited for their production. Under the priority of sustainable development, these standard processes for either bulb or cut flower production are very important to entrepreneurs interested in global operation of agriculture business. This is a good model for sustainable agriculture development based on environment protection and operation profit.

Key words: gladiolus, lily, health management, sustainable development

[1] Transworld Institute of Technology
[2] International Agricultural Development Foundation

文心蘭之健康管理

張朝晏 [1]

摘 要

文心蘭(*Oncidium* spp.)屬於蘭科，文心蘭屬。其原生於熱帶美洲的墨西哥、巴西、玻利維亞一帶的複莖地生蘭或著生蘭，屬 C3 型作物，其原種大約在七百種以上，大部份原產於熱帶美洲，主要分布在美國佛羅里達州、墨西哥、巴拉圭、祕魯、巴西、阿根廷等國，由平地到海拔 2000 公尺以上的冷涼高地都有其蹤跡，各原種之生態習性變化很大。目前本省經濟生產的文心蘭，不論是切花或盆花，大都是經過雜交育種選拔出來的品種。國內於民國六十五年自泰國引進切花品種南西(Onc. Gower Ramsey)。其表現在台灣深受栽培者肯定，且民國八十年代切花輸出日本後，年年劇增。因此栽培面積自現今已達 300 公頃以上。2007 年種植面積已超過 200 公頃輸日量達 2064 萬枝占日本文心蘭輸入量 87.6%。以單一品種，單一花色，單一市場之出口量，已是花卉產業的奇蹟。然而生產量雖具有舉足輕重之影響力，但因為產量集中於 5~6 及 9~ 10 月，造成輸入量過多而價格崩盤。且因目前栽培是以水平黑網之栽培模式，夏季受自然氣候影響甚大消費者反應部分產品瓶插壽命較短。因此建立文心蘭健康栽培模式是當前相當重要的課題。

關鍵詞：文心蘭、開花、光度、溫度、除葉、假球莖

前 言

臺灣地處亞熱帶地區，加上有寬闊的平原、中高海拔之山區，因此不論溫帶、亞熱帶及熱帶各種切花皆有生產，且生產品質優良，例如文心蘭、蝴蝶蘭、火鶴、洋桔梗、菊花等等，其中尤以文心蘭更具有發展潛力，每週皆有二櫃以上之數量穩定供應世界三大花卉消費國-日本。臺灣文心蘭之生產量舉凡世界上各大花卉生產國皆望而卻步。且距離目標市場相當近可用空運及海運快速送至消費者手上。

而文心蘭從 1986 年自泰國引進種苗試種成功，1988 年全臺灣各地業者爭相引進組織培養苗，擴大經營面積，1991 年臺灣種植面積約 10 公頃，但自 1992 年試銷日本 2000 枝成功後，種植面積急遽增加，1996 年約為 88 公頃輸日量約為 250 萬枝。(約占當年日本進口量約 14.8%)

[1] 中華文心蘭產銷發展協會

1999 年 5 月因因輸日量突增，造成價格崩盤，農民入不敷出，於是農委會責成農試所黃肇家博士，與大林鎮文心蘭產銷班測試海運模式，並於 2000 年於大林鎮文心蘭產銷班舉行海運觀摩會正式將文心蘭切花推向海運的另一個境界，隨後隔年農委會結合花卉輸出公會及生產業者前往日本推廣臺灣高品質花卉藉此也奠定了後續文心蘭切花輸日的基礎。2001 年種植面積達 185 公頃輸日量約達 1400 萬枝。

2008 年種植面積已超過 200 公頃輸日量達 2112 萬枝占日本文心蘭輸入量近 90%。以單一品種，單一花色，單一市場之出口量，已是花卉產業的奇蹟。然而生產量雖具有舉足輕重之影響力，但因為產量集中於 5~6 及 9~ 10 月，造成輸入量過多而價格崩盤。且因臺灣包裝場林立，採後處理能力不足，規格及品質不一而造成整體臺灣品牌形象建立之困難。因此如何將臺灣文心蘭成功推往其他國家及整合臺灣文心蘭產業生產及採後處理作業模式。是當務之急，祈望透過臺灣整合性之工作完成，又能夠再次成功將臺灣文心蘭產業推入另一個高峰，也將臺灣變為一個全世界皆矚目的「花卉島」。

而文心蘭之花朵唇瓣特別發達宛如飛舞中的女郎， 因而有「跳舞的女郎」因(Dancing Lady Orchids) 之稱，其新芽自老球莖下第 2 至 4 節萌出，新芽的假球莖充實肥大後，由假球莖下第 1 或 2 節抽出花莖。文心蘭在台灣自然環境條件下，終年均可見到新芽的萌發及花莖的形成。但隨著氣候條件的變化，不同季節萌抽的花梗，其生長週期及開花品質差異頗大。因此影響切花品質之影響因子是值得大家來共同探討。其生長階段分為五期：芽期、幼苗期、出鞘期、假球莖期及花序期。其花序出現週期 133~182 天。氮肥施用方面，NO_3^{-}-N：NH^{4+} -N 比例為 6:1 為最佳。而生殖生長方面隨著光度越高，開花品質越高，而到達其光飽和點後則下降。其溫度在涼溫 20~15℃下切花品質最好。

臺灣文心蘭產業現況

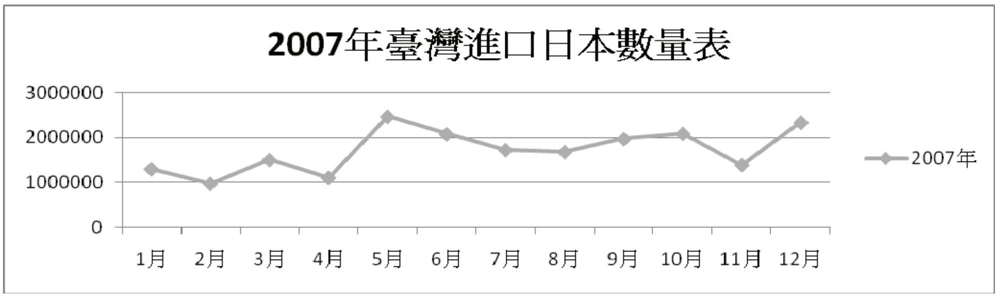
臺灣文心蘭切花因栽培面積及技術之提昇，輸出日本之年進口量年年增加，但拍賣價格確年年下滑。初步統計 2008 年種植面積已超過 200 公頃輸日量達 2112 萬枝(表一)，尤其每年 5~6 及 9~10 之產量高峰期價量成反比，這是栽培業者必需去好好思考之問題。(表二、三)

表一、日本歷年來台灣文心蘭進口量及拍賣單價表

年進口量	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	總　量
2002 年	1,028,549	826552	1,287,514	1,575,120	1,595,360	951,302	597,855	912,266	1,950,996	2,006,982	1,520,653	1,330,679	15,583,828
2003 年	733,610	767,383	1,084,020	1,196,555	1,833,260	1,295,565	1,149,325	1,032,445	2,222,825	1,416,450	1,068,395	1,298,048	15,097,881
2004 年	812,653	1,061,231	1,516,450	1,284,931	1,696,149	1,799,155	922,478	848,575	2,405,015	1,952,407	2,649,019	2,328,346	19,276,409
2005 年	1,100,764	1,061,231	1,180,025	1,104,688	1,286,521	1,252,195	1,072,755	1,205,385	2,858,590	2,696,287	1,849,468	1,185,170	17,853,079
2006 年	845,672	807,380	103,8219	1,245,954	1,627,899	1,599,765	1,141,268	1,694,249	3,537,465	2,782,410	1,859,377	1,757,674	19,937,332
2007 年	1,299,609	976,906	1,503,273	1,107,674	2,471,166	2,081,267	1,726,388	1,683,280	1,972,980	2,091,294	1,392,666	2,339,735	20,646,238
2008 年	2,054,936	1,061,187	1,526,130	2,080,215	1,723,724	1,848,860	1,266,865	1,006,195	2,284,167	2,436,385	2,091,688	1,645,424	21,125,775
月均價	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平　均
2002 年	106	101	112	95	94	86	121	127	85	72	90	118	98.1
2003 年	118	104	117	111	86	79	104	110	85	91	89	129	100.7
2004 年	92	98	106	101	70	60	80	104	75	70	73	95	88.5
2005 年	87	95	118	104	91	70	85	83	55	46	76	88	80.3
2006 年	112	98	115	103	85	70	81	89	53	44	62	101	77.7
2007 年	105	93	109	113	62	43	71	83	74	78	102	98	71.5

資料來源：本協會統計自日本相關報告

表二、2007 年臺灣進口日本數量表



表三、文心蘭產面生產面調查結果表

各分區產業調查表						
項次	區域	生產 戶數	預估生 產人口	協業人口	年出口量 (千枝)	種植面積 (公頃)
1	大台中地區	132	396	276	10,650	82.1
2	嘉雲南地區	69	207	328	4,540	40.3
3	高高屏地區	116	348	348	5,400	52.2
	合　計	317	951	952	20,590	174.6

資料來源：中華文心蘭發展協會

健康文心蘭之管理

健康之文心蘭之植株認定：植株整體發育正常，假球莖平順不致過粗大且外表呈現青綠色且無病徵之現象，然而在業界普遍的一句話，「要將文心蘭種死不容易，但要將文心蘭種好也不容易」，以台灣之栽培環境皆為網室栽培，受外在之影響相當大，春、冬兩季管理比較容易，且品質及規格也較好但產量卻較多，而在夏、秋兩季管理上比較麻煩，病蟲害管理也較多且難以抑制。

文心蘭常見之病蟲害

一、真菌性病害

1.花枯病

2.疫　病

3.炭疽病

4.白絹病

5.灰黴病

6.花瓣斑點病

7.小粒菌核病

二、細菌性病害

1.軟腐病

2.葉斑病

三、病毒病害

1.CyMV 東亞蘭嵌紋病毒

2.ORSV 齒舌蘭輪斑病毒

3.CMV 胡瓜嵌紋病毒

四、文心蘭蟲害

1.薊　馬

2.葉　蟎

3.蚜　蟲

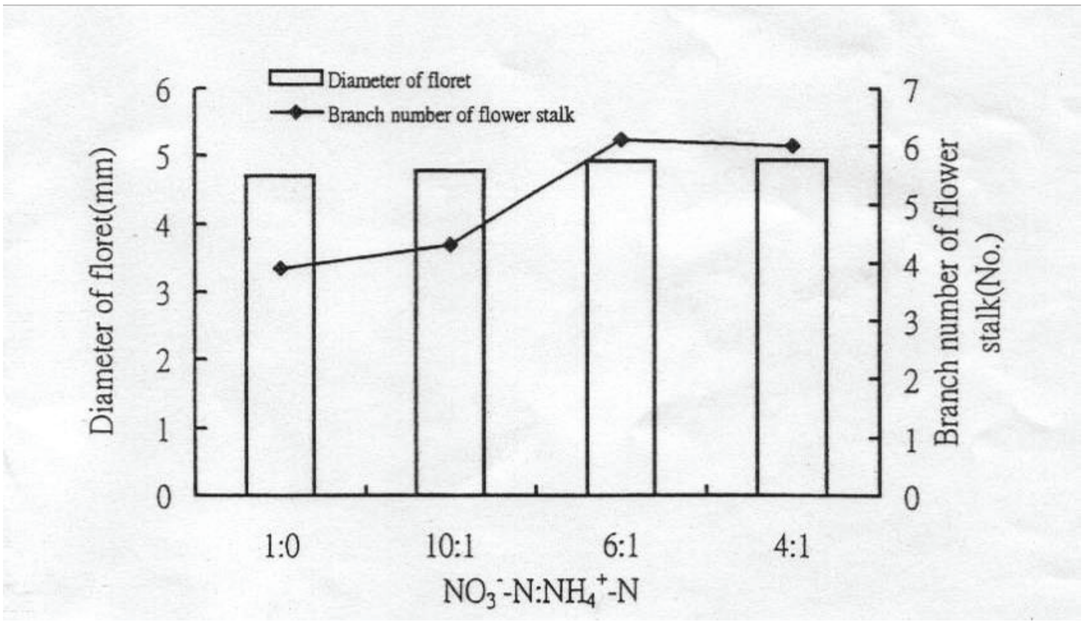
4.斜紋夜蟲

5.蝸牛(青鱉甲)、蛞蝓

文心蘭之營養管理

文心蘭之花朵唇瓣特別發達宛如飛舞中的女郎， 因而有「跳舞的女郎」(Dancing Lady Orchids) 之稱，其新芽自老球莖下第 2 至 4 節萌出，新芽的假球莖充實肥大後，由假球莖下第 1 或 2 節抽出花莖。文心蘭在台灣自然環境條件下，終年均可見到新芽的萌發及花莖的形成。但隨著氣候條件的變化，不同季節萌抽的花梗，其生長週期及開花品質差異頗大。因此影響切花品質之影響因子是值得大家來共同探討。其生長階段分為五期：芽期、幼苗期、出鞘期、假球莖期及花序期。其花序出現週期 133~182 天。氮肥施用方面，NO_3^--N：NH^{4+} -N 比例為 6:1 為最佳。而生殖生長方面隨著光度越高，開花品質越高，而到達其光飽和點後則下降。其日夜溫差在 4~6℃下切花品質最好。

肥料 NO3¯-N VS NH_4^+-N



圖一、不同 NO_3^--N NH_4^+-N 之比例 對文心蘭開花品質之影響
Effect of NO3¯-N/ NH_4^+-N nitrogen form ratio on guality of Onc. ‘Gower Ramsey’ Oncidium orchid (林等.1999)

表四、光度對文心蘭花序品質之影響

Light level	Percentage of flowering (Flowering Plant/Total Plant)%	Flowering stalk Length (cm)	Branch number of flower stalk (No./stalk)	Flowering number (No. / stalk)
High	4/6(67)	135.5±12.8a	3.7±1.2ab	61.7±8.5b
Middle high	6/6(100)	135.5±12.8a	4.2±1.5b	56.2±14.7ab
Middle	6/6(100)	135.5±12.8a	1.8±1.3a	41.4±11.8a
Low	0/6(0)	-----	-----	-----

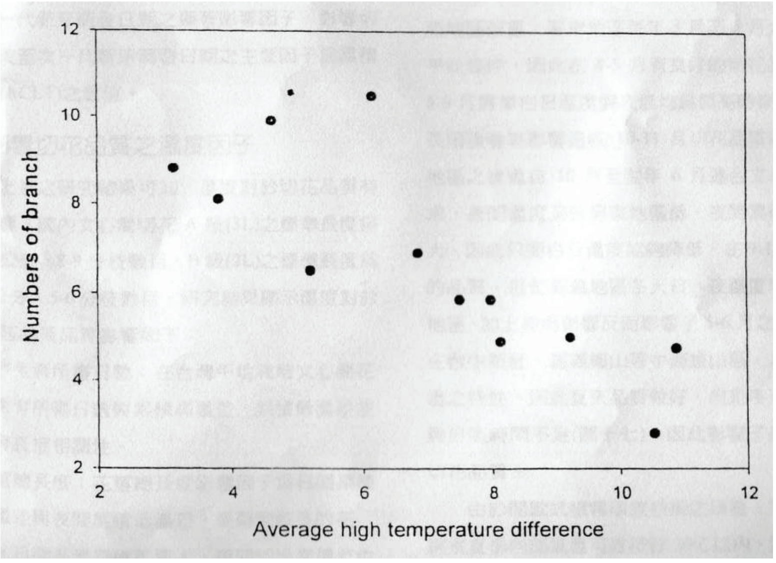
Effect of light level on inflorescences quality of Oncidium ‘Gower Ramsey’
Middle high 230~420μmol m^{-2} s^{-1} (張等.1998)

表五、溫度對文心蘭花序品質之影響

Day / night temperature (℃)	Flowering stalk Length (cm)	Branch number of flower stalk (No./stalk)	Branch number (No./stalk)	Diameter of floret (mm)
30 / 25	112.2	6.7	70	31.0
25 / 20	115.9	6.1	83.9	31.8
20 / 15	116.0	7.9	125.4	29.8

Effect of temperature on inflorescentce development after flower stalk at 10~15cm in length of Oncidium ‘Gower Ramsey’ (張等. 2000)

花莖分枝數目與平均高溫差



圖二、The relationship between numbers of branch and average hight temperature difference (陳等.2003)

結　論

文心蘭這幾年之栽培研究並不多，而也因臺灣之氣候條件非常適合栽培文心蘭，因此除部份季節因高溫多濕產生病害，其實文心蘭之栽培在業界已掌握許多非常好之栽培方法及方向或許普遍認為栽培不是問題只是行銷上之問題但本人卻是認為栽培才是文心蘭產業必須要重視的問題，而栽培上其病蟲害及肥培之問題還好處理，但產期集中之供需不平衡確是困擾文心蘭產業多年的事情，每年5~6 月 9~10 月臺灣之農民及出口商就又開始煩惱量多價跌之問題。然而現有產期調節之方式是剪芽或是剪花梗之方式除造成產量降低，也常常因氣候之變化造成調節失敗，因此如何精準掌握產期及平均產量應該是產業必需正視的問題。也祈望產、官、學界共同努力開創文心蘭產業之另一個展新的未來。

引用文獻

1. 張允瓊、李哖。1999。文心蘭〝Gower Ramsey〞假球莖與花序之生長、型態與解剖。中國園藝。45(1)：87~99。
2. 張允瓊、李哖。2000。溫度對文心蘭(Oncidium〝Gower Ramsey〞)假球莖生長與花序發育之影響。中國園藝。46(2)：221~230。
3. 陳加忠、許玉姝。2003。累積溫度對文心蘭開花品質之影響。農林學報 52(1)：33~48。
4. 林瑞松、徐懷恩、賴淑芬、陳加忠。1998。光度與光期對文心蘭開花率與開花品質之影響。中華農業氣象。5(4)：193~202。
5. 張允瓊、李哖。1998。光度對文心蘭〝Gower Ramsey〞假球莖生長及開花品質之影響。宜蘭技術學報。第一期：39~51
6. 張允瓊、李哖。1999。文心蘭〝Gower Ramsey〞假球莖與花序之生長、型態與解剖。中國園藝。45(1)：87~99。
7. 林瑞松、徐懷恩、賴淑芬。1999。硝酸態氮與胺態氮比例對文心蘭植物無機元素含量與開花之影響。中華農業氣象。中國園藝。45(1)：43~52 。

Oncidium Health Management

Chao-Yan Chang[1]

Abstract

Oncidium orchid, *Oncidium* spp., the genus *Oncidium* of the orchid family (*Orchidaceae*), are the native species of tropical America Mexico, Brazil and Bolivia .Most species in this genus are epiphytes or terrestrials with a sympodial growth habit which belong to C3 plant. The genus comprise approximately 700 native species and has widespread in tropical America Florida, Mexico, Paraguay, Peru, Brazil and Argentina these countries. Oncidium species could live in different habitat. They could be found on the ground or up on 2000 meter highland. Recently the cultivated Oncidium species in Taiwan, as cut flower or pot flower, are mostly hybrid and selected from cross breading. *Onc.* 'Gower Ramsey which was imported from Thailand in 1976 has been a popular species to growers in Taiwan as cut flower, after being exported to Japan since 1991 the cultivation output has enhanced every year, thus the cultivation area now has enlarged above 300 ha. *Onc.* 'Gower Ramsey' was written a glorious history in Japan's Oncidium import market , its cultivation area was more than 200 ha in Taiwan and we exported 20 million 640 thousand stalks to Japan in 2007, that was 87.6% of Japen's Oncidium import volume that year, with one species, single color, only market and unique victory. Anyway, the cultivation output enhance is important but the harvest season is limited from May to June and September to October, therefore the large quantities always comes with lower price. Also, Net room cultivation in summer cause shorter vase live is another problem. Thus, to create a nature health cultivation system on Oncidium is an important issue now.

Key words: *Oncidium* spp., blooming, lux, temperature, defoliation, Pseudobulbs

[1] Chinese Development Association of Oncidium Production and Marketing

洋桔梗產業發展及栽培健康管理概況

孫文章[1]、王瑞章[1]、江汶錦[1]

前　言

洋桔梗 Lisianthus(*Eustoma grandiflorum*)係原產於墨西哥北部至美國中南部之石灰岩草原地帶之野花(Texas blue-bell)，1935 年經日本園藝家引入栽培、改良結果，至目前在日本年產量達 1 億 2 千萬支，僅次於菊花、康乃馨、玫瑰和百合，暫居第 5 位。其品種繁多花色由深紫藍、玫瑰色、粉紅色、白色至雙色系列，花瓣有單瓣、重瓣。栽培又分早生種、中生種和晚生種等。用途除切花之外，亦作為盆花及花壇植物，係未來極具開發潛力之花卉作物。

洋桔梗產業發展概況

洋桔梗在 1968-1976 年間首先引入本省在埔里栽培，但因未充份瞭解生長、開花習性以及育苗技術、生產不穩定曇花一現，使原具有外銷潛力之作物，延續至近年來生產情形才逐漸好轉。洋桔梗目前已成為本省新興切花作物，栽培地區包括彰化縣、雲林縣、嘉義縣(市)、臺南縣等。但至目前由於花農對於洋桔梗之品種特性及種苗來源仍然不甚瞭解，栽培過程困難重重，失敗之機率極高。

年度 year	栽培面積(公頃) Planted per ha	每公頃產量(打) Yieid per ha	總產量(千打) Production
87	52	27,045	1,415
88	55	26,908	1,465
89	129	21,987	2,837
90	78	23,799	1,844
91	81	24,578	1,997
92	56	23,708	1,333
93	89	26,561	2,377
94	64	24,418	1,553
95	65	24,801	1,601
96	59	24,137	1,424

[1] 臺南區農業改良場

品　種

一、目前栽培品種

白色系、粉紅色系、黃色系、綠色系、紫色系、雙色系。

二、未來栽培品種

顏色(黑紫色、虎珀色)、質感、造型。

生長環境

栽培洋桔梗最適當溫度在 16℃以上，若要維持最佳品質，則白天溫度應在 25℃以下。目前臺灣種植洋桔梗大多數採用遂道式塑膠布室，於冬季防寒仍有不足，夏季則溫度往往超過 35℃。臺灣若於高溫期 5-8 月育苗，7-10 月定植田間，定植至始花日約 69-150 天(11-12 月初低溫期定植)，採花期 21 天。 經濟有效生長期 90-100 天(外銷標準)

洋桔梗產業發展之瓶頸

一、種苗費用高。

二、設施成本貴。

三、環境氣候(溫度)變化大。

四、栽培技術難度高。

其他問題

一、病、蟲害—青枯病、細菌性萎凋病、灰黴病、薊馬、斜紋夜盜、銀葉粉蝨、根瘤線蟲。

二、病毒病害—胡瓜嵌紋病毒、菜豆黃化嵌紋病毒、番茄嵌紋病毒、洋桔梗壞疽病毒、蠶豆萎凋病毒。

三、連作障礙—植物自毒作用、過度施肥鹽分累積。

四、簇生化問題—全部或部分簇生化導致無法收成。

健康管理解決案例(如附錄)
埋管排水對洋桔梗切花品質改善效果

一、解決洋桔梗栽培上瓶頸包括

1. 植物自毒作用。

2. 過度施肥鹽分累積。

3. 排水不良。

二、埋管排水對洋桔梗切花品質改善效果

1. 試驗目的

(1)一般作物在遭受淹水，導致土壤缺氧時，會產生過量乙烯，對作物造成傷害，同時累積有毒物質並會對作物造成毒害作用。

(2)埋管排水亦能有效降低設施土壤中鹽分的累積，減少硝酸態氮的濃度，且對降低鹽害及連作障礙有明顯效果。

2. 試驗方法

田間試驗採用 CRD 設計，四重複。試驗田區分為埋管排水及不埋管排水各一棟。每棟設施面積，長 30 公尺，寬 8 公尺。埋管排水處理試驗前，於設施內地面下 50 公分處，埋設二條暗管，並設置集水桶，以便將搜集過多水份隨時用馬達抽離，減輕水患發生時，因淹水時間過久而造成根系受損。

3. 調查項目

洋桔梗於採收後，採取土壤測定土壤 pH 值、硝酸態氮、有效性磷、有效性鉀、及電導度(EC)，並調查株高、莖徑、節間數、葉片數、葉長、葉寬、花苞數、花色等。

4. 試驗期間：自 94 年 8 月-96 年 10 月，共計實施 3 年。

5. 土壤取樣分析：

(1)土壤取樣分析結果，發現有埋管排水處理試區，其硝酸態氮含量明顯低於未埋管排水處理區。顯示硝酸態氮在有埋管處理土壤中，入滲速率高其排水效果好，易將土壤中硝酸態氮大量洗出。

(2)pH 值、有效性磷、有效性鉀及 EC 值則沒有很大差異，應與試驗地土壤黏土含量較多，CEC 值高有關，故陰電性硝酸態氮易淋洗而排出，而陽電性鉀離子易吸附於土層間，不易淋洗而排出。

6. 埋管排水對洋桔梗生育之效果：

(1)由於利用設施種植作物，不僅可以避免豪雨侵襲，冬季亦具保溫功效。目前台灣種植洋桔梗大多數採用隧道式塑膠布室。

(2)然因設施內長期過量施肥，且土壤缺少雨水淋洗，致使土壤中氮、鹽基及磷等之累積，造成作物生理障害，且硝酸過量亦會造成生育障礙乾物重降低問題。

(3)採用埋管方式有利於灌溉後土壤水份加速排放，促進土壤空氣交換流通，同時因養分下降而有導根效果。

洋桔梗生產可行“健康管理 SOP”
低溫處理打破休眠機制

一、產期調節成功

春季開始於低溫期育苗(12-2 月)，然於 3-4 月間定植田間，此時洋桔梗開始生長。至 5-6 月溫度快速上升，植株生長快速。因此，自生長至開花為 69-90 天。臺南區農業改良場雲林分場利用低溫處理技術將育苗期調整為 5-7 月間進行，種植期則調至 7-10 月，以符合國內 9 月以後需求及 11 月至翌年 4 月間出貨外銷。

二、夏季生產問題

洋桔梗生長隨溫度昇高，其花苞形成愈早，花莖短，品質不佳(7-8 月)。夏季利用栽培設施環控降溫延長生育期，則可以改善切花品質。

三、宿根栽培

9-10 月種植者可於 12-2 月間採收後再留宿根進行培育，4-5 月陸續第二次採收，綜合以上方法可以完成國內周年栽培及供貨問題。

附錄

洋桔梗淹水後復耕栽培技術之研究

孫文章[1]、王瑞章[1]、江汶錦[1]

摘 要

本計畫針對洋桔梗生育期間遭受淹水後，進行復耕等栽培技術之研究，期能減少災害損失。埋管排水試驗結果顯示，以埋管排水處理之試區其生育性狀及切花品質均較以對照區為佳。生育期中摘心保留側芽處理，以保留 3 側芽者，其株高及花苞數表現較佳，保留 2 側芽者次之，保留 1 側芽者最差。

關鍵詞：洋桔梗、產業發展、淹水、復耕

前 言

臺灣農作物每年遭受天然災害損失，以水害及風害最為嚴重。據統計 94 年農作物估計損失價值高達新台幣 182 億 1 千 5 百多萬元(農業統計年報,2006)。一般作物在遭受淹水，導致土壤缺氧時，會產生過量乙烯，對作物造成傷害，同時累積有毒物質並會對作物造成毒害作用(朱德民 1993， Fitter. and .Hay. 1981)。在此情況下，輕者生長受到抑制，嚴重者植株倒伏腐爛，品質變劣，產量銳減。且隨著淹水時間延長，損失越為嚴重。近年來由於長期抽取地下水，雲嘉南地區濱臨沿海鄉鎮，造成嚴重地層下陷，每逢颱風季節或梅雨期，常因豪雨成災積水不退，農作物必遭淹水，生育嚴重受阻甚至死亡，農民血本無歸。此時若能於設施內埋設暗管，將積水及時抽離，將可減少災害損失。而埋管排水亦能有效降低設施土壤中鹽分的累積，減少硝酸態氮的濃度，且對降低鹽害及連作障礙有明顯效果(詹朝清、陳吉村,2003) 。洋桔梗，學名：*Eustoma* grandiflorm(Raf.) Shinn. 原產於北美洲之一種稱之為德州藍鈴花，其屬名 *Eustoma*，由希臘文 eu 和 stoma 組成，意味有美麗的花冠喉部(孫文章、王瑞章、陳俊仁、胡文若,2005, 陳俊仁,1995, 塚田晃久。1980) 。係目前一新興外銷切花作物，栽培已遍及中南部各鄉鎮，目前栽培面積約 65 公頃，93-95 年外銷日本已超過 150 萬支，發展之初即創佳績，未來發展潛力可觀。然洋桔梗生育期間遭受長時間淹水後，易造成生育受損及發生莖腐病現象，嚴重影響生育、產量及品質。因此如能於植株莖腐病發生時，及時採取適宜之田間管理措施。利用摘心方法，去除頂芽優勢以利側芽繼續生長發

[1] 臺南區農業改良場

育，必能減輕災害損失。本計畫擬針對洋桔梗生育期間遭受淹水後，進行復耕等栽培技術之研究，期能減少災害損失。

材料與方法

一、埋管排水對洋桔梗生育之影響

本試驗地點選於北港花卉產銷班-吳孟德班員之簡易溫網室處(位於水林地區)。於民國 94 年 8 月至 96 年 10 月種植洋桔梗，各年間種植之品種分別為 94 年種植 Exrosa Blue(雙辦紫)品種。95 年種植 Exrosa Green(雙辦綠)品種。96 年種植 MOYSHI(雙辦紅)品種。

本田間試驗採用 CRD 設計，四重複。試驗田區分為埋管排水及不埋管排水各一棟。每棟設施面積，長 30 公尺，寬 8 公尺。埋管排水試驗田區，於該設施內地面下 50 公分處，埋設二條暗管，並設置集水桶，以便將搜集過多水份隨時用馬達抽離，達到排水功效，減輕水患發生時，因淹水時間過久而造成根系受損。

調查項目包括：株高、莖徑、節間數、葉片數、葉長、葉寬、花苞數、花色等，並於洋桔梗採收後，採取土壤測定土壤 pH 值、硝酸態氮、有效性磷、有效性鉀、及電導度(EC)等。

二、摘心保留側芽對洋桔梗生育之影響

本試驗地點選於台南區農業改良場雲林分場簡易隧道式網室，並於民國 94 年 10 月至 95 年 5 月期間，種植 Rosina Pink Flash、Exrosa　Green、Exrosa Pink Flash 及 Rosina Green 等四個洋桔梗品種。並於洋桔梗定植後，株高生長約 10cm 時，進行不同摘心保留側芽處理試驗，分別留 1 芽、2 芽及 3 芽，以不摘心對照(CK)，等四個處理，並設計四重複。

調查項目包括：生長日數、株高、莖徑、節間數、葉片數、葉長、葉寬、花苞數、花色等。

結果與討論

一、埋管排水對洋桔梗生育之影響

由於利用設施種植作物，不僅可以避免豪雨侵襲，冬季亦具保溫功效。目前台灣種植洋桔梗大多數採用隧道式塑膠布室(孫文章、王瑞章、陳俊仁、胡文若,2005) 。然因設施內長期過量施肥，且土壤缺少雨水淋洗，致使土壤中氮、鹽基及磷等之累積(蔡素惠、揚秋忠、黃山內,1989)，造成作物生理障害，且硝酸過

量亦會造成生育障礙乾物重降低問題(Wallace and.Wallace,1993) 。本試驗為預防洋桔梗生育期間遭受淹水時間過久而造成根系受損，於設施內埋設暗管，擬將積水及時抽離，期能減少災害損失。並進行埋管排水處理對洋桔梗生育影響之探討，試驗工作自 94 年 8 月~96 年 10 月共計實施 3 年。94 年洋桔梗埋管排水試驗，生育性狀調查結果如表 1，洋桔梗 Exrosa Blue(雙瓣紫)品種以進行埋管排水處理之試區其平均株高、莖徑、葉寬及花苞數表現，均較對照區為佳，惟差異不顯著。顯示以埋管排水處理之試區，可增進洋桔梗 Exrosa Blue(雙瓣紫)品種之株高、莖徑、葉片寬及花苞數等生育性狀。

表一、2005 年不同處理對洋桔梗‘Exrosa Blue’生長與開花之影響(水林)

Table1. The growth and flowering of *Eustoma* ‘Exrosa Blue’ after different treatment in 2005

Treatment	Plant height (cm)	Diameter of stems (mm)	Number of internodes	Number of leaves	Length of leaves (cm)	Width of leaves (cm)	Number Of flower buds	Flower color
Exclude water by pipe	80.2a	4.50a	12.5a	32.2a	9.3a	5.6a	7.1a	雙瓣紫
Control	77.3a	4.29a	12.8a	33.3a	9.4a	5.5a	6.2a	雙瓣紫

種植日期：94 年 9 月 5 日 調查日期：94 年 12 月 20 日 生育日數：106 天

Means marked with the same letter are not significantly different at 5% by Duncan’s multiple range test.

95 年洋桔梗埋管排水試驗，生育性狀調查結果如表 2，Exrosa Green(雙瓣綠)品種以埋管排水試區，除植株高度顯著低於對照區外，其餘莖徑、葉片數、葉寬、花苞形成支數及花苞數等顯著較高於對照區。顯示以埋管排水處理試區，對洋桔梗 Exrosa Green(雙瓣綠)品種可獲得較佳生育性狀及切花品質。

表二、2006 年不同處理對洋桔梗‘Exrosa Green’生長與開花之影響(水林)

Table2. The growth and flowering of *Eustoma* ‘Exrosa Green’ after different treatment in 2006

Treatment	Plant height (cm)	Diameter of stems (mm)	Number of internodes	Number of leaves	Length of leaves (cm)	Width of leaves (cm)	No.of flower buds formation	Number Of flower buds	Flower color
Exclude water by pipe	92.7b	7.47a	16.1a	57.6a	8.7a	6.3a	6.7a	23.8a	雙瓣綠
Control	100.8a	5.46b	16.5a	46.9b	8.3a	5.8b	4.2b	14.1b	雙瓣綠

種植日期：95 年 10 月 22 日 調查日期：96 年 3 月 3 日 生育日數：132 天

Means marked with the same letter are not significantly different at 5% by Duncan’s multiple range test.

96 年洋桔梗埋管排水試驗，生育性狀調查結果如表 3，MOYSHI(雙辦紅)品種以埋管排水之試區，不論平均株高、莖徑、節間數、葉片數、葉長、葉寬、花苞形成支數及花苞數等均顯著優於對照區。顯示以埋管排水處理後，對 MOYSHI 雙辦紅品種可獲較高級之生育性狀及切花品質。

表三、2007 年不同處理對洋桔梗'MOYSHI'生長與開花之影響(水林)

Table3. The growth and flowering of *Eustoma* 'MOYSHI' after different treatment in 2007.

Treatment	Plant height (cm)	Diameter of stems (mm)	Number of internodes	Number of leaves	Length of leaves (cm)	Width of leaves (cm)	No.of flower buds formation	Number Of flower buds	Flower color
Exclude water by pipe	69.6a	5.81a	12.8a	49.5a	9.9a	6.6a	4.6a	18.3a	雙辦紅
Control	58.3b	4.58b	11.8b	34.2b	8.8b	5.9b	3.0b	10.0b	雙辦紅

種植日期：96 年 8 月 6 日　調查日期：96 年 10 月 18 日　生育日數：73 天

Means marked with the same letter are not significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

埋管排水試驗田，於 96 年 8 月完成土壤取樣分析結果如表 4，由表中發現有埋管排水處理試區，其硝酸態氮含量明顯低於未埋管排水處理區。顯示硝酸態氮在有埋管處理土壤中，入滲速率高其排水效果好，易將土壤中硝酸態氮大量洗出。pH 值、有效性磷、有效性鉀及 EC 值則沒有很大差異，應與試驗地土壤黏土含量較多，CEC 值高有關，故陰電性硝酸態氮易淋洗而排出，而陽電性鉀離子易吸附於土層間，不易淋洗而排出。

表四、2007 年不同處理對試驗土壤成分含量之影響

Table4. Thechemical properties of soil after different treatment in 2007.

Treatment		pH (1:1)	NO_3-N (ppm)	Avail.P (mg/kg)	Avail.K (mg/kg)	EC(1:5) (dS/m)
Exclude water by pipe	0-15cm(表土)	7.50	28.1	164	413	1.56
	15-30cm(底土)	7.60	123.7	67	285	0.85
	30-50cm(底土)	8.08	69.2	70	165	0.50
Control	0-15cm(表土)	7.55	161.3	112	327	1.34
	15-30cm(底土)	7.66	179.7	65	318	0.86
	30-50cm(底土)	8.14	106.2	82	170	0.54

綜合以上結果得知，經過埋管排水處理後，可有效減少設施土壤中硝酸態氮的濃度進而降低鹽分的累積，且對降低鹽害及連作障礙有明顯效果，對洋桔梗品種可獲較高級之生育性狀及切花品質。本試驗以埋管排水處理後之試區，種植洋桔梗後發現，其生育性狀及切花品質表現，均較對照區為佳。且隨耕作次數增加愈為明顯，以第 3 年最為顯著，此與詹等(2003)試驗結果相符。本試驗雖第 2 年雙瓣綠品種植株高度較對照區，約矮 8 公分，然莖徑較粗且花苞形成支數亦較多，切花品質佳，亦符合外銷合格之內。本試驗亦發現灌水後有埋管排水處理試區其灌溉水量可經由土壤迅速排出，淋洗作用明顯，其排水效果約可較對照區提早 1.5 天。顯示以埋管排水處理後，能迅速達到排水功效，減輕土壤中因積水時間過久而造成根系受損問題，有利作物生長。

二、摘心保留側芽對洋桔梗生育之影響

由於洋桔梗生育期間遭逢豪雨颱風易造成淹水，植株浸水後常腐敗枯死，致產量及價格極不穩定，有鑑於此，為能減少災害損失，本試驗自 94 年 10 月起，進行洋桔梗生育期間，不同摘心保留側芽(分留 1 芽、2 芽及 3 芽)處理試驗，以期探討評估保留芽數對洋桔梗生育之影響，提供花農在遭受淹水災害後進行復耕栽培參考。不同摘心保留側芽處理對洋桔梗生育調查結果如表 5 所示，摘心留芽處理對 Rosina Pink Flash、Exrosa Green、Exrosa Pink Flash 及 Rosina Green 等植株高度與節間數有顯著差異，株高與花苞數有隨留芽數的提高而增加的趨勢。以保留 3 側芽處理者，Rosina Pink Flash、Exrosa Green、Exrosa Pink Flash 及 Rosina Green 的株高及花苞數表現較佳，株高分別為 82.2cm、64.5cm、69.8cm 及 65.8cm，顯著優於其他處理者。花苞數分別為 13.3 個、8.8 個、14.3 個及 6.5 個。株高及花苞數表現略優於對照組。Exrosa Pink Flash 及 Rosina Green 的莖徑、節間數、葉片數等，及 Exrosa Green 之節間數、葉片數、葉長、葉寬等表現亦較留 2 芽及留 1 芽時為佳。其次為保留 2 芽處理者，Rosina Pink Flash、Exrosa Green、Exrosa Pink Flash 及 Rosina Green 的株高分別為 80.3cm、59.8cm、65.3cm 及 59.0cm，花苞數分別為 12.3 個、7.5 個、8.5 個及 6.0 個，與對照組比較差異不明顯。保留 1 芽處理者，Rosina Pink Flash、Exrosa Green、Exrosa Pink Flash 及 Rosina Green 的株高分別為 74.0cm、55.08cm、61.8cm 及 59.3cm，花苞數分別為 8.5 個、6.5 個、5.8 個及 5.8 個。表現較對照組差。顯示經摘心後保留 3 側芽處理者，芽體蓄積養份充足，長出分支數亦較多，生長勢佳，有利 Rosina Pink Flash、Exrosa Green、Exrosa Pink Flash 及 Rosina Green 的株高及花苞數表現。一般植物摘心之目的在於去除頂芽優勢，以利側芽萌發及後續生長。(陳等,1992)等指出摘心有利新興蔬菜“藤三七”側芽萌生，提高單株產量。然並非所有植物均可作摘心處理。韓(2005)指稱香瓜茄栽培以不摘心為宜。戴(2002)指稱茄果類蔬菜中茄子摘心可促進茄果發育。張(2005)指稱弱摘心或弱摘心加除葉可促進聖誕紅‘Peterstar’側芽生育，提升苞片數，增加開花品質。陳等(1999)進行玫瑰花不同

保留節數試驗，則指出不同節數(2-4 節)對玫瑰花切花長度影響不大。本試驗參試 4 品種，以保留 3 芽時，株高表現略優於保留 2 芽及留 1 芽者，此結果與張氏(2005)試驗結果相類似。而與陳等(1999)完全不同。顯示作物因物種不同，對摘心的反應有明顯差異，亦因品種不同造成生長反應有所不同。Halevy 等(1984)指稱洋桔梗生育期在夏天高溫下(18°/26℃ 夜/日)可較低溫時提早開花。本試驗參試 4 品種，在保留 3 芽時，株高及花苞數表現均略優於對照組。此可能因摘心處理後，受季節氣溫影響，造成生育日數延長，切花長品質相對提升所致。而對照組生育期適逢高溫，使營養期縮短，花芽分化過早而降低切花品質。此結果與大川(1992)、塚田(1983)及黄氏(1987)指稱洋桔梗在長日高溫下，易使植株提早由營養生長轉向生殖生長，使莖長變短，影響花卉品質相符。本試驗在莖徑表現方面，並未因隨著留芽數增加而增加，以未摘心處理者及 Exrosa Pink Flash 在保留 3 芽時，表現明顯較佳外，其他 Rosina Pink Flash、Exrosa Green 及 Rosina Green 三品種處理間並無差異。顯示洋桔梗植株摘心後，對於切花品質的提升，最適留芽數之多寡，亦須視品種不同而異。本試驗參試 4 品種，在摘心後其植株生育性狀及切花品質，以保留 3 側芽者較佳，保留 2 側芽者次之，保留 1 側芽者最差。

表五、2005 年留芽處理對不同品種洋桔梗生長與開花之影響

Table 5. Comparison the growth and flowering among different t axillary bud on Eustoma cultivars in 2005.

Cultivar	Treatment	Plant height (cm)	Diameter of stems (mm)	Number of internodes	Number of leaves	Length of leaves (cm)	Width of leaves (cm)	Number Of flower buds	Flower color
Rosina Pink Flash	* 0(Ck)	75.5bc	5.34a	18.8a	45.0a	8.4a	4.1a	10.3ab	單瓣紅
	1	74.0c	4.07a	14.8b	32.0a	6.1b	4.0a	8.5b	
	2	80.3ab	4.94a	15.5b	49.5a	6.2b	4.0a	12.3ab	
	3	82.8a	4.47a	14.3b	44.0a	5.8b	4.1a	13.3a	
Exrosa Green	0(Ck)	58.3bc	5.57a	12.0a	46.0a	7.2a	5.2a	8.5a	雙瓣綠
	1	55.0c	3.12b	8.3c	22.5b	6.3a	3.9b	6.5a	
	2	59.8b	3.95b	9.3bc	28.5b	6.4a	4.2ab	7.5a	
	3	64.5a	3.68b	10.3b	30.0ab	6.7a	4.5ab	8.8a	
Exrosa Pink Flash	0(Ck)	53.8c	5.41a	11.3a	44.0a	7.0b	3.6a	8.8b	雙瓣粉
	1	61.8b	3.59b	9.3b	19.5b	8.3a	4.4a	5.8b	
	2	65.3ab	4.25b	11.5a	29.5ab	6.9b	4.0a	8.5b	
	3	69.8a	5.56a	12.5a	38.5a	9.0a	4.5a	14.3a	
Rosina Green	0(Ck)	62.0ab	5.49a	11.8a	25.5a	7.6a	4.6a	6.5a	雙瓣綠
	1	59.3b	3.23b	7.5c	16.5b	7.9a	4.8a	5.8a	
	2	59.0b	2.91b	8.0c	19.0b	6.8a	5.0a	6.0a	
	3	65.8a	3.78b	10.0b	19.5b	7.5a	4.4a	6.5a	

* 0：Control，1：Keep 1 axillary bud by pinching，2：Keep 2 axillary bud by pinching，3：Keep 3 axillary bud by pinching

種植日期：94 年 10 月 26 日 處理日期：95 年 2 月 9 日 調查日期：95 年 3 月 15 日-5 月 22 日

Mean separation of each cultivar in column by Duncan’s multiple range test at 5% level.

檢討與建議

洋桔梗遭受長時間淹水後，易造成生育受損及發生莖腐病現象，嚴重影響生育、產量及品質。復耕花費成本高，以種苗每株 2.5 元計，每分地 3 萬株苗之種苗費為 7.5 萬元，再加上耕除、整地、重新種植之工本費每分地約 10 萬元。因此為解決作物淹水問題，減少災害損失，淹水後復耕等相關栽培技術之研究，誠實必要。

引用文獻

1. 行政院農業委員會編印。2006。農業災害 農業統計年報。
2. 朱德民。1993。 植物與淹水逆境。 植物與環境逆境。p.65-86。國立編譯館。
3. 孫文章、王瑞章、陳俊仁、胡文若。2005。外銷洋桔梗栽培技術。台南區農業改良場技術專刊。94-1(NO.130) pp.5。
4. 陳榮五、王仕賢、周明燕。1992。 新興蔬菜“藤三七”之栽培及利用。台南區農業專訊 1：13-14 。
5. 陳彥睿、蔡素蕙、易美秀、魏方明、洪惠娟。1999。玫瑰燃枝栽培技術之研究。花蓮區農業改良場研究彙報 64：27-39。
6. 陳俊仁。1995 。洋桔梗苗期溫度與植物生長調節劑對生育之影響。中興大學園藝系碩士論文。120pp.。
7. 黃敏展。1987。洋桔梗調節生長開花之研究。 花卉生產改進研討會專集 P：106-114。桃園區農業改良場編印。
8. 張榮揚。2005。摘心處理對聖誕紅‘Peterstar’分枝與開花品質之影響。 台灣花卉園藝月刊 212：52-56。
9. 詹朝清、陳吉村。2003。設施蔬菜栽培施肥改進試驗。花蓮區農業改良場研究彙報 21：71-79。
10. 蔡素惠、揚秋忠、黃山內。1989。小白菜及芥藍不同部位氮素累積量及遮蔭與烹調之影響。中華農學會報 148：34-41。
11. 戴振洋。2002。茄果類蔬菜整枝方式。 台中區農業專訊 38：24-25。
12. 韓青梅。2005。澎湖香瓜茄栽培技術改進之研究。 高雄區農業改良場研究彙報 16(4)：51-59。
13. 大川 清。1992。 花專科*育種及栽培。 株式會社誠文堂新光社出版 。205 pp.。
14. 塚田晃久。1980。洋桔梗的生理、生態和作型。農耕和園藝 35(6)：143-145。
15. 塚田晃久。1983。洋桔梗的育苗技術。農耕和園藝 38(4)：130-132。
16. Fitter, A. H. and R. K. M .Hay. 1981.Environmental Physiology of plants. Acadenic Press, New York,N. Y.

17. Halevy, A.H. and A.M.Kofranek. 1984.Evaluation of Lisiantus as a new flower erop .Hort science 19(6)：845-847.
18. Wallace,A. and G.. A .Wallace .1993 .Limiting factor,hight yields and law of the maximum. Hort.Rev. 15：409-448.

Abstract

The purpose of the experiments that are to establish a culture system for recultivation after flooding during of *Eustoma*. The results shower that the treatment of exclude water by pipe in horticultural characteristics and cut flower qualities were better than check area. The plant heights and Number of flower buds was the best in Keep 3 axillary bud by pinching, followed by 2 axillary bud, 1 axillary bud.

Key words: *Eustoma*, flooding, recultivation

國家圖書館出版品預行編目資料

2009 花卉健康管理研討會專刊

編　　輯：謝廷芳、戴廷恩、林信山

出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所、環球技術學院

地　址：台中縣霧峰鄉中正路 189 號

網　址：http://www.tari.gov.tw

印 製 者：農世股份有限公司

定　　價：平裝 新台幣 350 元

出版日期：中華民國九十八年十二月　初版

展 售 處：國家書店松江門市
台北市松江路三段 209 號 TEL:02-25180207
五南文化廣場
台中市中山路 2 號 TEL:04-22260330
國家網路書店：http://www.govbooks.com.tw

ISBN：978-986-02-1860-2 (平裝)

GPN：1009804620

—版權所有　翻印必究—

2009花卉健康管理研討會專刊

Proceedings of the Symposium on Plant Health Management for Flower Crops

Edited by

Ting-Fang Hsieh, Ting-En Dai and Hsin-Shan Lin

Published by

Taiwan Agriculture Research Institute, COA

June 16, 2009

謝廷芳・戴廷恩・林信山　主編

ISBN 978-986021860-2

GPN:1009804620